BERLIN

FUNK-TECHNIK

A 3109 D

21 | 1964

1. NOVEMBERHEFT

mit Elektronikingenieur

Für jeden, der etwas zu sagen hat:

GRUNDIG EN 3

Eine sensationelle Neuheit: das „elektronische Notizbuch EN 3"! Zum Festhalten von Gedanken, Brieftexten, Berichten, Ideen, Zahlen, Erlebnissen, Adressen. Einfach ins Mikrofon sprechen — das genügt! Das geht schneller als Eilkurzschrift. Mit nur einer Hand. Überall und jederzeit. Sogar im Wagen, beim Spazierengehen, im Dunkeln, im Gedränge. Das EN 3 ist immer dabei. Weil es klein und leicht ist. Weil es in die Rocktasche, ins Damenhandtäschchen, ins Handschuhfach paßt. Wann und wie oft Sie wollen, wiederholt es alles Angesagte wortgetreu*).

Ein Werbefeldzug für das ab sofort lieferbare GRUNDIG EN 3 wird viele Interessenten zu Ihnen führen. Disponieren Sie deshalb rechtzeitig!

*) Überspielmöglichkeit auf Diktiergerät (selbstverständlich GRUNDIG Stenorette).

Diesen Aufsteller stellt Ihnen GRUNDIG für Ihre Schaufensterdekoration zur Verfügung.

Millionen hören und sehen mit GRUNDIG

GRUNDIG®

FT-KURZNACHRICHTEN

Elektronik bei der Bundesbahn

Am 11. Oktober 1964 nahm die Deutsche Bundesbahn das neue Zentralstellwerk München Hbf in Betrieb, das neben der Anlage in Frankfurt a. M. die größte dieser Art in Europa ist. Hierbei wird erstmalig die neue Stellwerkstechnik „SpDrS 60" (Bauform Siemens) im großen Rahmen eingesetzt. Von dem neuen Stellwerk aus, das annähernd 50 000 Relais enthält und mit den Außenanlagen durch 150 km Erdkabel mit 4000 km Aderlänge verbunden ist, werden fast 300 Weichen und über 400 Signale gesteuert und überwacht.

*

Bereits im August wurde im Bahnhof Völklingen/Saar eine von der SEL installierte Gleisbild-Stellwerksanlage für 118 Weichen und Gleissperren, 13 Vorsignale, 23 Hauptsignale und 95 Rangiersignale in Betrieb genommen. Dieses Spurplan-Drucktasten-Stellwerk der Bauform „SpDrL 30" ersetzt fünf Stellwerke älterer Bauweise und bewältigt innerhalb von 24 Stunden 320 Zug- und 600 Rangierfahrten.

BBC übernimmt Zuse

Die Zuse KG, Bad Hersfeld, ist von der Brown, Boveri & Cie., AG (BBC), Mannheim, übernommen worden. Das Unternehmen ist der älteste europäische Hersteller von programmgesteuerten Digital-Rechenmaschinen.

Nachdem sich BBC als eines der großen Universalunternehmen der Elektroindustrie auf dem Gebiet der industriell eingesetzten Elektronik schon im letzten Jahrzehnt selbst einen Namen gemacht hat, kommt der Verbindung erhöhte Bedeutung zu, zumal sich die Arbeitsprogramme beider Firmen hervorragend ergänzen. Die Zuse KG, das Werk von Dr.-Ing. E. h. Konrad Zuse, die heute mit mehr als 1100 Beschäftigten zu den bedeutenden Herstellern elektronischer Rechenanlagen zählt, wird im Rahmen der Brown-Boveri-Gruppe ihre Aufgaben als selbständige Gesellschaft weiterführen.

Braun-Informationszentrum in Hamburg

Die Braun AG eröffnete in Hamburg ein Informationszentrum, das der Verbraucheraufklärung dient. Fachpersonal aus allen Artikelbereichen steht Interessenten während der normalen Geschäftszeiten beratend zur Verfügung. Darüber hinaus werden abends Vorträge, Hi-Fi-Stereo-Konzerte, Vorführungen von Geräten und andere Veranstaltungen durchgeführt.

Lizenz- und Erfahrungsaustausch-Abkommen zwischen ITT und Fairchild

Die SEL teilt mit, daß ihre Muttergesellschaft mit der Firma Fairchild-Camera and Instrument Corp. ein nicht ausschließliches gegenseitiges Lizenz- und Erfahrungsaustausch-Abkommen getroffen hat. Innerhalb dieses Abkommens hat die SEL die Berechtigung, den Fairchild-Planar-Prozeß für die Entwicklung und Herstellung von Halbleitern sowie von integrierten Schaltkreisen zu verwenden. Andererseits erhält Fairchild die Benutzungsrechte für Halbleiter-Patente der SEL und deren Muttergesellschaft. Mit diesem Vertrag unterstreicht die SEL die Bedeutung, die sie der weiteren Entwicklung auf dem Gebiet der Halbleiter-Bauelemente beimißt. Die Ergebnisse dieses Abkommens werden somit zu einer Ergänzung des Produktionsprogramms für Halbleiter-Bauelemente und integrierte Schaltkreise führen.

Metzenauer & Jung übernimmt Fabrikationsstätte von Loewe Opta

Die Wuppertaler Schaltgerätefabrik Metzenauer & Jung wird Ende 1964 von Loewe Opta eine Fabrikationsstätte in Walsum mit allen Belegschaftsmitgliedern übernehmen.

Jahrestagung der Grundig-Verkaufsorganisation

Die Grundig-Verkaufsorganisation hielt zu Beginn der Hauptsaison 1964/65 ihre Jahrestagung in Nürnberg, Fürth und Rothenburg o. d. T. ab, an der alle Niederlassungen und Werksvertretungen des Bundesgebiets und West-Berlins sowie die Länderbeauftragten für die skandinavischen Staaten und Italien teilnahmen. In Rothenburg wurden Seminargruppen gebildet, die sich ausführlich mit der Marktsituation bei Tonbandgeräten, Rundfunkempfängern, Fernsehgeräten und Hi-Fi-Anlagen befaßten.

Colombo-Preis für den DARC

Das „Istituto Internazionale delle Comunicazioni" in Genua hat Edgar Brockmann, DJ 1 SB, Referent für Amateurfunkbeobachtungen im Deutschen Amateur-Radio-Club, den Colombo-Preis 1964 verliehen, der jährlich für besondere Leistungen auf dem Gebiet des Nachrichtenwesens vergeben wird.

Rundfunk-Stereophonie

NDR

Hamburg (87,6 MHz)

31. 10. 1964, 18.00—18.30 Uhr
Unterhaltungskonzert

4. 11. 1964, 16.00—16.30 Uhr
Chor- und Kammermusik

7. 11. 1964, 18.00—18.30 Uhr
Operettenkonzert

Versuchssendungen montags bis sonnabends 13.30—15.00 Uhr

Hannover (95,9 MHz)

31. 10. 1964, 18.00—18.30 Uhr
Violinkonzert

4. 11. 1964, 16.00—16.30 Uhr
Kammermusik

7. 11. 1964, 18.00—18.30 Uhr
Sinfoniekonzert

11. 11. 1964, 16.00—16.30 Uhr
Orchesterkonzert

14. 11. 1964, 18.00—18.30 Uhr
Orchesterkonzert

Versuchssendungen montags bis sonnabends 13.30—15.00 Uhr

SFB

31. 10. 1964 (88,75 MHz)
21.30—22.00 Uhr
Jazzkonzert

4. 11. 1964 (88,75 MHz)
20.50—22.00 Uhr
Unterhaltungsmusik und Jazz

5. 11. 1964 (92,4 MHz)
19.35—20.00 Uhr
Unterhaltungskonzert

8. 11. 1964 (88,75 MHz)
11.00—12.00 Uhr
Unterhaltungsmusik

10. 11. 1964 (92,4 MHz)
20.30—22.00 Uhr
Orchesterkonzert

11. 11. 1964 (92,4 MHz)
21.55—23.00 Uhr
Operettenkonzert

12. 11. 1964 (88,75 MHz)
20.05—21.00 Uhr
Unterhaltungsmusik

14. 11. 1964 (92,4 MHz)
21.00—21.30 Uhr
Le dieu d'or (Oratorium)

Versuchssendungen montags bis freitags 17.00—18.00 Uhr sowie an jedem 1. Sonnabend im Monat 17.00—18.00 Uhr (96,3 MHz)

SR (95,5 MHz)

1. 11. 1964, 23.00—24.00 Uhr
Orchesterkonzert

8. 11. 1964, 23.00—24.00 Uhr
Orchesterkonzert

Versuchssendungen montags bis freitags 17.00—17.45 Uhr, sonnabends 11.00—12.00 Uhr

WDR

Langenberg (99,2 MHz), Münster (89,7 MHz), Nordhelle (98,1 MHz), Teutoburger Wald (97,0 MHz)

31. 10. 1964, 18.00—19.30 Uhr
Forum der Musik

1. 11. 1964, 20.00—20.45 Uhr
Solistenkonzert

1. 11. 1964, 20.45—21.30 Uhr
Spirituals und Gospels

Versuchssendungen montags bis freitags 17.30—18.30 Uhr, sonnabends 10.45—11.45 Uhr

Stereo-Testfrequenzsendungen zum Decoderabgleich montags bis sonnabends 9.00—9.30 Uhr

RUNDFUNK
FERNSEHEN
PHONO
MAGNETTON
HI-FI-TECHNIK
AMATEURFUNK
MESSTECHNIK
ELEKTRONIK

FUNK-TECHNIK

2 NOV

AUS DEM INHALT

1. NOVEMBERHEFT 1964

FT-Kurznachrichten 763

Eine Pioniertat des SFB: Das erste Hörspiel im Stereo-Rundfunk 767

Richtfunkstrecke Helgoland — Festland ... 768

Neue Wege zur kalten Katode 769

Wir stellen zur Diskussion
Wünsche des ernsthaften Tonband-Amateurs an das Tonbandgerät 771

Elektronik
Induktiver Drehzahlmesser 773

Persönliches 773

Nationaler Wettbewerb der besten Tonbandaufnahme 1964 774

PPP-Endstufe in AB-Betrieb mit 2 × PL 500 775

ELEKTRONIK-INGENIEUR
Die Erzeugung und Anwendung kohärenter Tonfrequenzimpulse 777

12. Jahrestagung der Fernseh-Technischen Gesellschaft 780

Für den KW-Amateur
Dreifachsuper für 144 MHz mit automatischer Scharfabstimmung 782

Stereo-Lautsprecher selbstgebaut 786

Service an Stereo-Decodern 787

Von Sendern und Frequenzen 790

FT-Bastel-Ecke
Ein Transistor-Quarzoszillator für 8 MHz 791

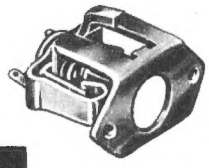
Schallplatten für den Hi-Fi-Freund 792

Für den jungen Techniker
FM-Demodulatoren 793

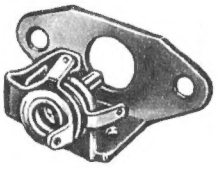
Unser Titelbild: Beschickung eines Tunnelofens für die Fertigung von Fernseh-Bildröhren in der Valvo-Bildröhrenfabrik, Aachen

Aufnahme: Valvo GmbH

Aufnahmen: Verfasser, Werkaufnahmen, Zeichnungen vom FT-Atelier nach Angaben der Verfasser. Seiten 762, 764—766, 781, 783, 785, 795 und 796 ohne redaktionellen Teil

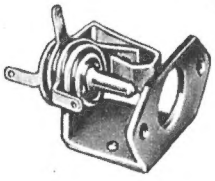


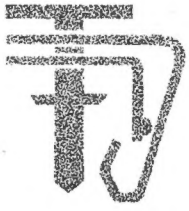
ROKA

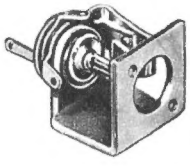


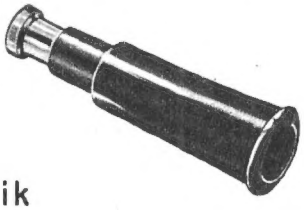
Miniatur-

Koax-Steckverbindungen









für die Radio-
Fernseh- und
Fernmeldetechnik

ROBERT KARST · 1 BERLIN 61

GNEISENAUSTRASSE 27 · TELEFON 66 56 36 · TELEX 018 3057

BERU

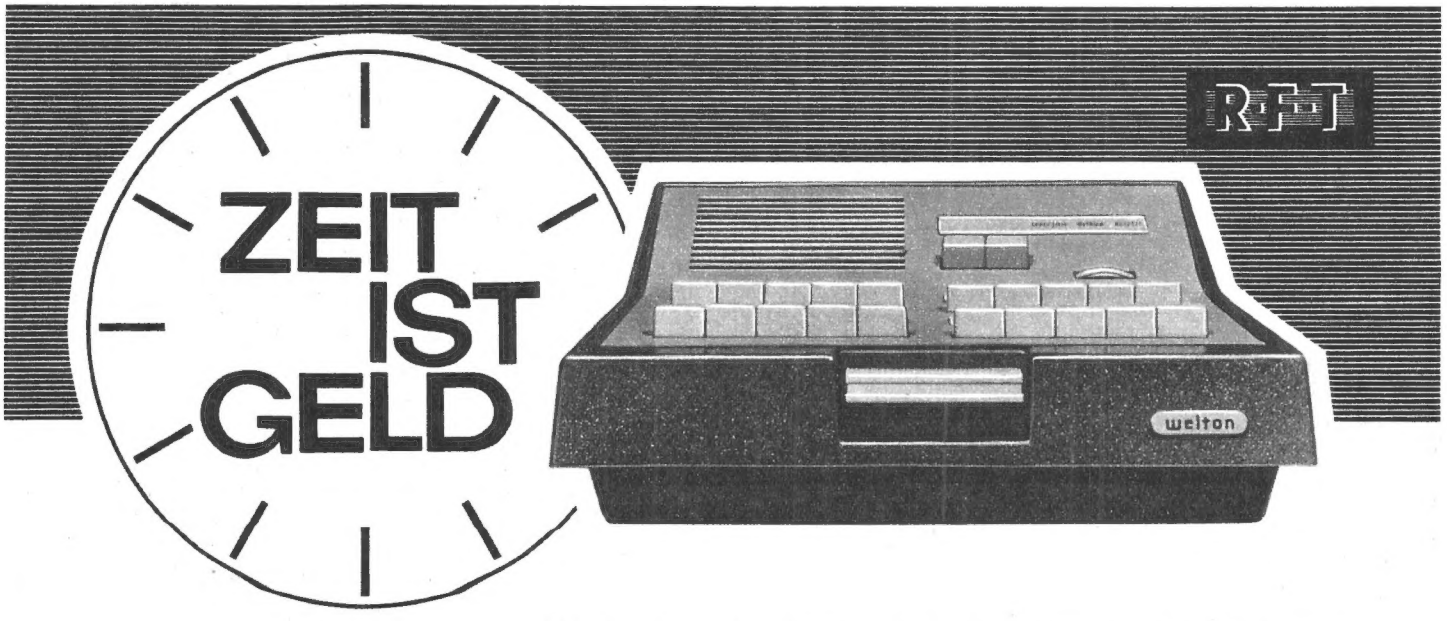
FUNK-ENTSTÖR-SÄTZE

FÜR AUTO-RADIO UND AUTO-KOFFER-GERÄTE FÜR ALLE KRAFTFAHR-ZEUG-TYPEN

Griffbereit für jede Fahrzeugtype

finden Sie sorgfältig zusammengestellt alle Entstörmittel, die Sie für die Entstörung eines bestimmten Fahrzeuges brauchen. Das ist bequem und enthebt Sie aller Bestellsorgen. Nützen Sie diesen Vorteil, verlangen Sie die ausführliche Sonderschrift 433 ES.

BERU VERKAUFS-GMBH
714 · LUDWIGSBURG
Postfach 51 · Ruf 07141 — 5243/44



Wechselsprechanlagen sind ein zeitsparender Faktor für Industrie — Verwaltung — Wissenschaft — Arzt und Klinik — Handel — Landwirtschaft — Handwerk. Volltransistorisiert für Netz- oder Batteriebetrieb. Einfache Bedienung, optimale Sprachverständlichkeit, große Reichweite.

Ausführliche Druckschriften stellen wir Ihnen gern zur Verfügung.

welton

VEB Funkwerk Kölleda (Thür.)

Exporteur: Deutscher Innen- und Außenhandel Elektrotechnik Berlin N 4, Chausseestraße 111-112

FUNK-TECHNIK BÜCHER

Neuerscheinung

KONRAD BARTELS / BORIS OKLOBDZIJA

Schaltungen und Elemente der digitalen Technik

Eigenschaften und Dimensionierungsregeln zum praktischen Gebrauch

AUS DEM INHALT

Schaltungstechnik: Einfache Relaisstromkreise: Und- und Oder-Schaltungen · Aufwandsvereinfachung durch Kontaktkombination · Zeitschaltung mit Relais · Impulsgeber · Impulserkennung (Zeitprüfungen) — Auswerteschaltungen: Addierende Impulszählung mit Drehwähler oder Wählerrelais Multiplizierende Impulsauswertung oder dekadische Einordnung mit Schrittschaltwerken · Addierende Matrixschaltungen für getrennte Impulseingänge · Dekadische Einordnung oder Multiplikation mit Hebdrehwähler · Dekadischer Zähler (mit Zählmagneten) · Relaisketten · Binäre Codeverarbeitung mit Relais · Prüfbare Codes und ihre Prüfschaltungen · Sonstige Prüf- und Anlaßschaltungen — Analog/Digital-Wandler — Schaltungen mit elektronischen Bauteilen

Regeln und Richtlinien für die Anwendung der Bauelemente: Relais: Flachrelais 48 · Rundrelais 26 und 34 (41) · Sonstige Relais — Speicher- und Zählelemente: Zählmagnet ZM 53 Wählerrelais 36 · Drehwähler 27 · Sonstige Speicher- und Zählelemente—Besondere Bau- und Hilfselemente: Thermorelais 30a Herkon-Relais · Elektronische Grundelemente · Aufbau

156 Seiten · 103 Bilder · Ganzleinen 21,— DM

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im Inland und im Ausland sowie durch den Verlag

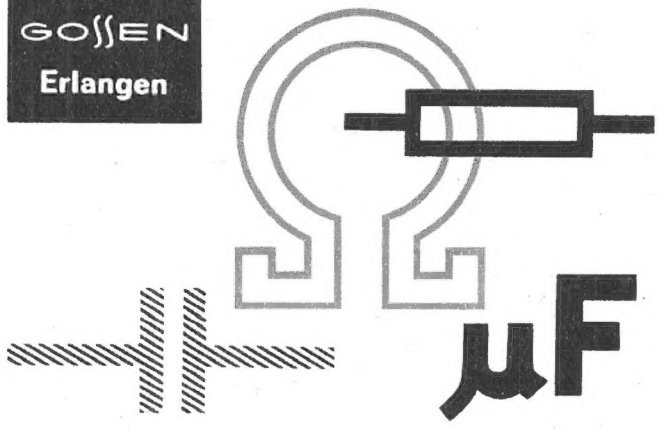
Spezialprospekt auf Anforderung

VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH

BERLIN-BORSIGWALDE · Postanschrift: 1 Berlin 52

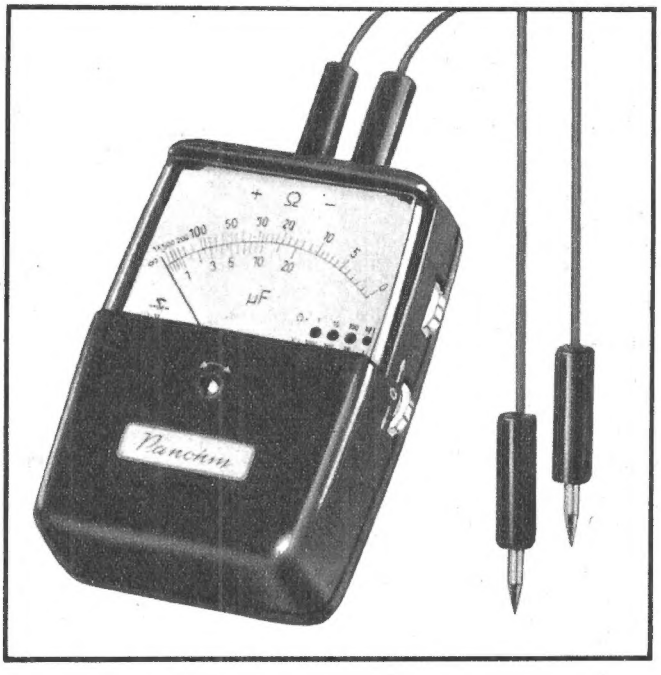
GOSSEN Erlangen

Meßgeräte in neuer Bauform



Panohm®

Widerstands- und Kapazitätsmeßgerät



mit je 4 Meßbereichen

- 0 - 1 MΩ

bei kleinstem Meßbereich 20 Ω in Skalenmitte

- 0 - 20.000 µF
- international genormte Batterie
- Einhandbedienung
- Flutlichtskale
- schlagfestes Kunststoffgehäuse

GOSSEN

Bitte, fordern Sie Angebote von

8520 Erlangen/Bayern

Stereo-Anlage PE 20

Plattenspieler PE 34 HiFi
Stereo-Verstärker HSV 20
Stereo-Lautsprecher LB 20

Wichtige Verkaufsmerkmale:
Bestmögliche Abstimmung der Komponenten - einfacher Aufbau und Anschluß - leichte Bedienung - hohe Wiedergabequalität - günstiger Richtpreis für die gesamte Anlage DM 1046.-

PE 34 HiFi
Gußplattenteller - Feinregulierung - Tonarmlift - einschiebbarer Tonkopf für alle Systeme - Auflagegewicht von 1-6 p einstellbar

HSV 20
2 x 10 W Musikleistung - getrennte Regler für Höhen, Tiefen und Balance - Anschluß für Phono, Tonband und Radio - Lautsprecherausgänge 4 Ohm

LB 20
10W Wiedergabeleistung - Bestükkung: Tieftonlautsprecher mit angekoppeltem Höhenstrahler - Anschlußwert 4 Ohm

---

In der Zusammenstellung: PE Musical 32 H (Plattenspieler auf Edelholzzarge) Stereo-Verstärker HSV 20 - 2 Stereo-Lautsprecher LB 20 Richtpreis DM 710.-

Perpetuum-Ebner
7742 St. Georgen/Schwarzwald

19. JAHRGANG · 1964 Nr. 21

RUNDFUNK
FERNSEHEN
PHONO
MAGNETTON
HI-FI-TECHNIK
AMATEURFUNK
MESSTECHNIK
ELEKTRONIK

FUNK-TECHNIK

Chefredakteur: WILHELM ROTH
Chefkorrespondent: WERNER W. DIEFENBACH

Eine Pioniertat des SFB:

Das erste Hörspiel im Stereo-Rundfunk

Eigentlich hatte man schon lange darauf gewartet, denn warum sollte ein Hörspiel nicht ebensogut für stereophone Übertragung geeignet sein wie Musik. Beide haben doch gemeinsam, daß sich ihr akustisches Geschehen nicht nur an einem Punkt, sondern örtlich verteilt innerhalb eines gegebenen Raumes abspielt. Will man also einem Zuhörerkreis ein Optimum an „Information" übermitteln, so muß man die stereophone Übertragungstechnik zu Hilfe nehmen. Dem Hörspiel kommt dabei aber noch zugute, daß man durch sie in die Lage versetzt wird, nicht nur die einzelnen Positionen der zur Kulisse der akustischen Bühne gehörenden Details, zum Beispiel das Ticken einer Uhr, den Klang eines spielenden Radios oder das Tropfen eines Wasserhahns, genau orten, sondern auch die Bewegungen der Schauspieler in exakter Weise akustisch darstellen zu können.

Daß trotzdem mehr als ein Jahr nach dem offiziellen Start der UKW-Stereophonie während der Großen Deutschen Funkausstellung 1963 in Berlin vergehen mußte, bis das erste stereophone Hörspiel am 4. Oktober 1964 vom SFB ausgestrahlt werden konnte, hat verschiedene Gründe. Zunächst hatte sich nach einer Reihe kleiner Vorversuche klar herausgestellt, daß es praktisch kein Manuskript gab, das für eine stereophone Verarbeitung geeignet war. Man mußte deshalb versuchen, Hörspielautoren zu finden, die den für sie neuartigen „Werkstoff Stereo" in einer Weise verarbeiten konnten, daß damit in der dramaturgischen Wirkung eine deutliche Abgrenzung gegenüber dem Mono-Hörspiel und möglichst auch eine Steigerung der künstlerischen Ausdrucksmittel sowohl für die Schauspieler und den Regisseur als auch für die Technik erreicht werden konnten.

Dieses Ziel ist offenbar außerordentlich schwer erreichbar, denn bis heute konnte noch kein speziell für die Stereophonie geschriebenes Hörspiel gefunden werden, das diese Forderungen erfüllt. Die Ursache dafür ist vermutlich darin zu suchen, daß es den Autoren noch an der notwendigen Erfahrung fehlt und man sich deshalb erst vorsichtig an diese neue Aufgabe in Teamarbeit zwischen Autor, Regisseur und Technik durch Umarbeiten vorhandener Stoffe heranwagt. Aber auch die Aufnahmetechniker des SFB mußten sich erst mit dem neuen Medium Stereo vertraut machen. Obwohl sie hierzu schon seit langem bei sehr vielen Musiksendungen Gelegenheit hatten, war doch der Weg zum ersten deutschen Stereo-Hörspiel mit neuen und unerwarteten Schwierigkeiten gepflastert.

„Gewitter über Elmwood" hat P. T. Wolgar seine Kriminalstory genannt, die in einem englischen Landhaus spielt. Sie wurde von ihm vor einigen Jahren für Mono-Wiedergabe geschrieben, so daß sie von Curt Götz-Pflug, der auch die Regie übernommen hatte, für die Stereo-Wiedergabe überarbeitet werden mußte.

Die Handlung verlangt, daß sich an einen Wohnraum, den eigentlichen Hauptraum des Spiels, links eine Küche und rechts eine Garage sowie eine Diele anschließen. Man war daher gezwungen, im Studio nebeneinanderliegende Räume zu benutzen, in denen die Schauspieler Eva Andres (Jennifer) und Hermann Wagner (Bill) wie auf der Bühne eines Theaters zu spielen hatten. Eine derartige Aufnahmetechnik ist in Rundfunkstudios aber völlig ungewohnt, da die Sprecher bei Mono-Hörspielen im allgemeinen eng um das Mikrofon gruppiert sind und spielerische Bewegungen und mehr oder weniger weites Entfernen vom Mikrofon nur in Ausnahmefällen notwendig sind. Meistens läuft die „künstlerische Technik" mehr statisch als dynamisch ab. Stereophonie ist aber ohne Bewegung tot und sinkt wieder zur Monophonie hinab.

Bei der Lösung der Aufgabe, dem Zuhörer das richtige akustische Bild vor Ohren zu führen, trat sofort für die Techniker das Problem auf, die eindeutige Orientierung über die Lage der Räume sicherzustellen. Ein zum Film oder Fernsehen analoges Verfahren (hierbei läßt man die Kamera von einer Bildposition zur anderen laufen oder zeigt durch Überblendung, daß die Szene in einen anderen Raum übergewechselt hat) war, wie ein Versuch bewies, bei der akustischen Übertragung nicht anwendbar. Dabei hatte man in den einzelnen Räumen Stereo-Mikrofone aufgestellt. Gingen nun die Schauspieler von einem Raum in einen anderen, dann trat beim Durchschreiten der Verbindungstür ein akustischer Springeffekt auf. Hatte beispielsweise Jennifer von dem mittleren Raum in die sich links anschließende Küche zu gehen — plötzlich pfeift der Wasserkessel auf dem Herd —, dann verließ sie gewissermaßen das Aufnahmegebiet des linken Wohnraummikrofons und kam sofort in den Bereich des rechten Mikrofons der Küche. Sie schien dann plötzlich in die äußerste rechte Ecke gerückt zu sein. Hierdurch wurde der Zuhörer natürlich verwirrt, denn ihm fehlte die optische Orientierungsmöglichkeit.

Man beschritt deshalb einen anderen Weg, indem man alle Räume gleichzeitig in das akustische Bild mit einbezog. Dadurch ergab sich eine gewisse Ähnlichkeit mit einem optischen Bühnenbild, bei dem alle Szenenbilder gleichzeitig einzusehen sind und zwischen den einzelnen Szenen der Bühnenaufbau nicht geändert zu werden braucht. Trotzdem blieb die stereophone Breitenwirkung auch in normalen Wohnräumen mit verhältnismäßig kleiner Stereo-Basis überraschend stark erhalten. Daß mit Hilfe der Stereophonie nicht nur eine Links-Rechts-Orientierung erreicht werden kann, sondern auch eindeutig Auskunft über die Tiefe des Bildes zu erlangen ist, wurde an diesem Hörspiel überzeugend deutlich. Man hatte nämlich, um den mittleren Wohnraum möglichst breit darstellen zu können, die sich links und rechts anschließenden Räume schräg nach hinten aufgebaut. Das kam deutlich in der Wiedergabe zum Ausdruck, so daß man am Schluß der Sendung in der Lage war, eine recht genaue Skizze des Grundrisses des Bühnenaufbaues zu zeichnen, obwohl man ihn nie gesehen hatte.

Verblüffend war auch die Anteilnahme, die die Wiedergabe beim Zuhörer hervorrief. Als Jennifer beispielsweise erschrocken von der Garage zum Telefon rannte und dabei versuchte, ihre Laufgeschwindigkeit durch Trippeln mit den hohen Absätzen auf dem glatten Parkett abzubremsen, wäre man am liebsten aufgesprungen, um sie festzuhalten.

Es ist aber nicht zu übersehen, daß ein stereophones Hörspiel hohe Anforderungen an die Güte der einzelnen Übertragungsglieder stellt. Schon kleine Abweichungen im Frequenz- und Phasenverlauf der beiden Kanäle führen zu einem unzulässigen Hin- und Herwandern der festen Schallquellen, wodurch es dem Zuhörer schwerfällt, sich über längere Zeit eine klare Vorstellung vom Bühnenbild zu machen.

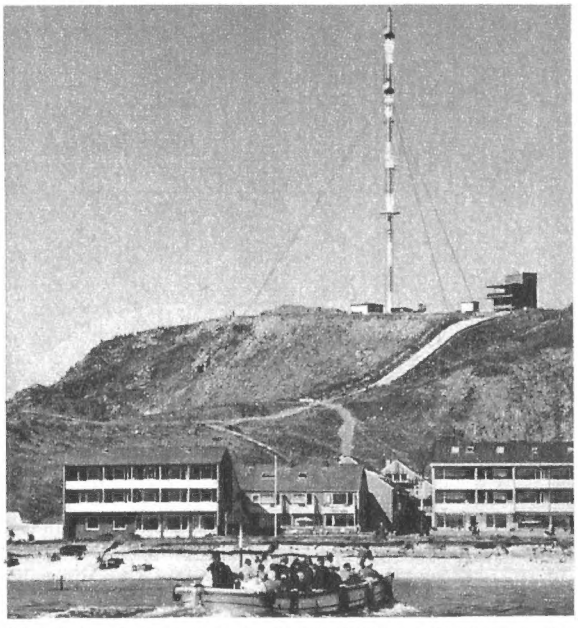
Ebenso wurde auch noch eine andere, mehr psychologische Erscheinung deutlich. Das stereophone Hörspiel steht offenbar in der Mitte zwischen dem monophonen Hörspiel und dem Fernsehspiel. Mit zunehmender Dauer des Spiels hatte man nämlich immer mehr den Eindruck, daß man sich als Blinder in einem Theater befindet und immer stärker den Wunsch spürt, endlich das zu sehen, was man hört. Vielleicht werden dadurch auch die letzten Nichtfernseher dazu verführt, sich ein Fernsehgerät anzuschaffen.

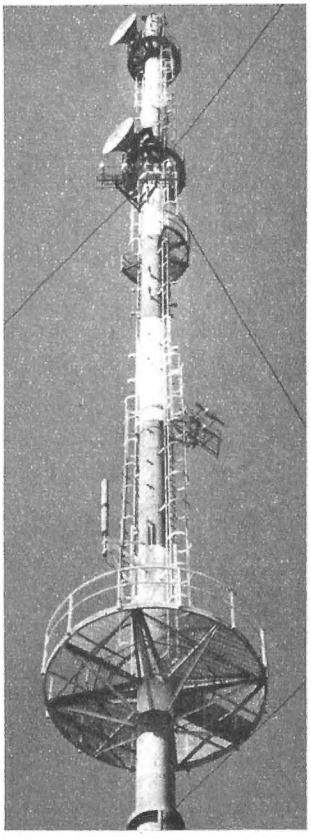
Das Stereo-Hörspiel „Gewitter über Elmwood" war ein erfolgversprechender Anfang, ein Versuch, der aber sicher noch nicht alle technischen und künstlerischen Mittel ausgeschöpft hat. Wir beglückwünschen den SFB zu dieser Pioniertat. Es war die erste Rundfunksendung eines Stereo-Hörspiels — nicht nur in Deutschland, sondern in Europa, wenn nicht sogar in der Welt.

F. Betche

Richtfunkstrecke Helgoland – Festland

Vor dem zweiten Weltkrieg wurde die Insel Helgoland auf verschiedenen Kabelwegen vom Festland beziehungsweise von den nordfriesischen Inseln her nachrichtentechnisch versorgt. Nach der Sicherheitsräumung 1959 konnte die Deutsche Bundespost mit dem Aufbau einer modernen Richtfunkanlage auf Helgoland beginnen. Sie ist eine der zehn, vorwiegend mit *Telefunken*-Richtfunkgeräten ausgerüsteten Richtfunkstellen im Bereich der OPD Hamburg.





Oben links: Gesamtansicht der Richtfunkstation auf Helgoland. Oben rechts: Der obere Teil des Richtfunkturmes mit den verschiedenen Antennen; bis zur Plattform ist der Antennenmast von innen besteigbar

„FM 120/2200"-Anlage für 120 Gespräche

Die auch in Helgoland aufgestellte Richtfunkanlage „FM 120/2200" überträgt das Basisfrequenzband (BF-Band) für 120 Gesprächskanäle im Frequenzbereich 2000 MHz.

Bei der hier angewandten Technik wird das zu übertragende BF-Frequenzband mehrfach umgesetzt. Ein zwischenfrequenter Träger ist mit dem von der Trägerfrequenzeinrichtung gelieferten BF-Band im FM-Modulator einer Endstelle frequenzmoduliert. Aus dem entstandenen ZF-Band entsteht durch Mischung (Mischstufe im Sender) das ausgesendete Radiofrequenzband (RF-Band). Auf den Relaisstellen einer Übertragungsstrecke erfolgen jeweils nur Umsetzungen RF-Band/ZF-Band/RF-Band (Durchschaltung in der ZF-Ebene). Das am Empfängerausgang vorhandene ZF-Band wird auf der anderen Endstelle (Empfangsseite) dem Demodulator zugeführt, der wieder das ursprüngliche BF-Band abgibt. Auch der Dienstkanal wird frequenzmoduliert übertragen. Er ist unabhängig von der Modulation des Hauptkanals. Die Einrichtungen für Modulation und Demodulation sind im Funkgerät untergebracht.

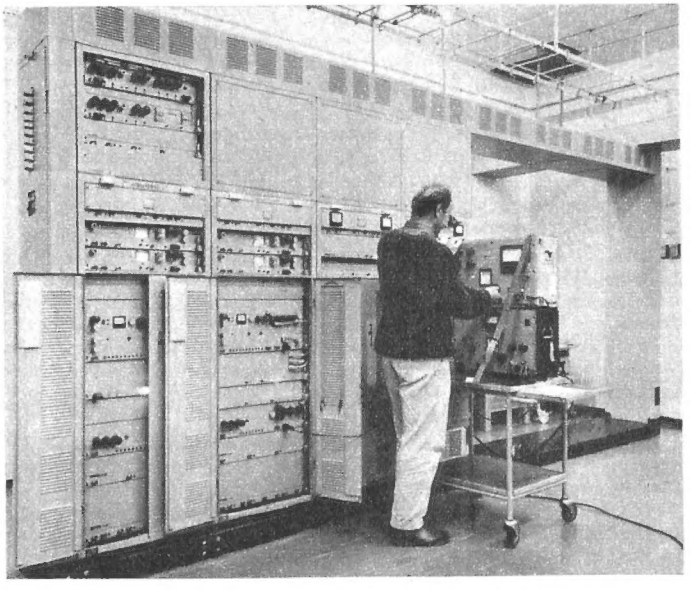
Hohe Betriebssicherheit durch Raum-Diversity

Bei einer über See geführten Funkstrecke muß man mit häufigeren und größeren Schwunderscheinungen als bei Überlandstrecken rechnen. Da die Funkfeldlänge Helgoland–Cuxhaven etwa 63 km ist, wurde hierfür Raum-Diversity-Betrieb vorgesehen. Gegenüber einer normalen Strecke ist daher ein zusätzlicher Aufwand für eine Antenne, einen Empfänger, einen Demodulator und einen Kombinator notwendig.

Dieses Verfahren macht es notwendig, zwei oder mehrere Verbindungswege zu schaffen, deren Funkfelddämpfungen keine gegenseitigen Wechselbeziehungen haben. Je nach Gelände- und Mastverhältnissen werden zwei oder mehrere Empfangsantennen übereinander so angeordnet, daß die Wahrscheinlichkeit eines gleichzeitigen tiefen Schwundeinbruchs an beiden Empfangsantennen auf ein Minimum beschränkt ist. Ausschlaggebend dafür ist die unterschiedliche Laufzeit der reflektierten Strahlen. Der Abstand der Empfangsantennen wird dem Streckenprofil gemäß festgelegt. Er liegt im allgemeinen bei 100 Wellenlängen.

Als Kriterium für die Übertragungsqualität einer kommerziellen Nachrichtenverbindung gilt das Signal-Rausch-Verhältnis nach der Demodulation. In der Kombinatorschaltung wird deshalb das bei FM-Systemen oberhalb des Basisbandes auftretende Rauschen über Hochpaßfilter abgetrennt, verstärkt und anschließend gleichgerichtet.

Die so gewonnene Richtspannung regelt die Gittervorspannung eines Katodenverstärkers derart, daß immer der Empfänger mit dem jeweils größten Signal-Rausch-Verhältnis auch am meisten zur Übertragung beiträgt. Das verwendete Zweifach-Diversity-System von *Telefunken* mit der Richtfunkanlage „FM 120/2200" arbeitet nach diesem Prinzip der Rauschauswertung durch einen TF-Kombinator. Die zusätzlichen Einrichtungen sind erprobte Bausteine der Überreichweiten-Richtfunkanlage „FM 120/2200 – 1 kW/RD", die bereits mehrfach für die Verbindung Berlin–Westdeutschland eingesetzt ist. Aus Sicherheitsgründen sind Sender und Modulatoren als Reservegeräte vorhanden, auf die in Störungsfällen automatisch umgeschaltet wird.



Innenansicht der Station auf der Insel Helgoland mit der Zweifach-Diversity-Richtfunkanlage „FM 120/2200" von *Telefunken*; die entsprechende Gegenstation auf dem Festland befindet sich bei Cuxhaven

Ausreichende Reserven

In Helgoland sind die beiden Antennen auf einem 80 m hohen Mast im Abstand von 13 m untergebracht. Die Funkstrecke ist heute mit einer Übergruppe (60 Kanäle) voll beschaltet, sie hat aber noch 100 % Reserve. Sie arbeitet für den öffentlichen Fernsprechdienst und für Rundfunkübertragungen, wird aber auch von der Bundesanstalt für Flugsicherung und von der Zollverwaltung mitbenutzt.

*

Mit dieser Anlage ist der Wiederaufbau der nachrichtentechnischen Einrichtungen durch die Bundespost auf Helgoland vorläufig abgeschlossen. Der Kostenaufwand erreichte 3 Millionen DM.

Werner W. Diefenbach

R. HÜBNER

Neue Wege zur kalten Katode

DK 621.385.12

Für die Emission von Elektronen in Vakuumröhren werden heute fast ausschließlich thermische (beheizte) Katoden verwendet. Durch die künstliche Aufheizung des Heizfadens beziehungsweise der Katode wird der Elektronenaustritt aus dem Metall außerordentlich erleichtert und der Bau von Röhren höherer Leistung ermöglicht. Man ist heute in der Lage, Senderöhren bis zu 400 kW HF-Ausgangsleistung (im Telegrafie-Betrieb) herzustellen.

Thermische Katoden weisen aber auch einige Nachteile auf. Vor allem verbrauchen sie dauernd Heizleistung und entwickeln dadurch höchst unerwünschte Wärme. Größere Röhren und indirekt geheizte Röhren erfordern eine gewisse Anheiz- und Wartezeit. Die Emissionsdichte (die im Impulsbetrieb maximal 100 A/cm² erreichen darf) ist für manche Zwecke zu niedrig. Für spezielle Anwendungen (zum Beispiel Elektronenkanonen) ist die Oberfläche zu groß, sie sollte besser punktförmig sein. In vielen Fällen stört auch das Rauschen. Die Lebensdauer einer Röhre ist im allgemeinen durch die beheizte Katode begrenzt.

Daher ist man schon seit längerer Zeit bemüht, „kalte" (unbeheizte) Katoden zu entwickeln. Ihre praktischen Erfolge fanden diese Arbeiten in der Kaltkatoden-Relaisröhre, die vor etwa 10 Jahren mit der Schaffung der Reinmetall-Molybdän-Katode Eingang in die Praxis fand. Leider können diese Röhren im allgemeinen nur für Ströme bis zu 40 mA gebaut werden. Sie finden aber, trotz dieser Einschränkung, meist im Zusammenwirken mit robusten elektromagnetischen Relais als Schalt- und Verstärkerelement weite Anwendung in der Elektrotechnik und Elektronik. Das Bestreben der Wissenschaftler geht jetzt dahin, Kaltkatoden zu entwickeln, die eine höhere Emission ermöglichen, höhere Emissionsdichten haben und Spezialaufgaben zu erfüllen vermögen. Einige dieser Projekte, die zum Teil noch im Versuchsstadium stehen, zum Teil aber bereits praktisch genutzt werden, sind im folgenden beschrieben.

1. Kaltkatodenröhren für höhere Ströme

Höhere Schaltleistungen als mit üblichen Relaisröhren sind mit der neuen Bogenentladungsröhre „Arcotron" möglich, die von *Cerberus* entwickelt wurde. Ihr innerer Spannungsabfall konnte auf 15 ... 25 V reduziert werden, so daß die Erwärmung geringer und der Wirkungsgrad besser ist. Mit Röhren dieser Art hofft man Spitzenströme bis zu 300 A zu erreichen.

Während man bei den normalen Relaisröhren im Gebiet der Glimmlichtentladung arbeitet, nutzt man beim „Arcotron" die weit kräftigere Bogenentladung (Bild 1). Man spricht hier daher auch von einer „Bogenentladungskatode". Bei der Glimmentladung schlagen die positiven Ionen des Füllgases durch ihren Aufprall auf die Katode aus dieser Elektronen heraus, wobei es unter Einwirkung eines elektrischen Feldes (positive Anode) zur Emission kommt, die aber ohne irgendwelche thermischen Effekte vor sich geht. Bei der Bogenentladung dagegen werden die Elektronen aus der Katode thermisch emittiert, da der Aufprall der Ionen auf die Katode so stark ist, daß es zur lokalen Erhitzung der Katode kommt.

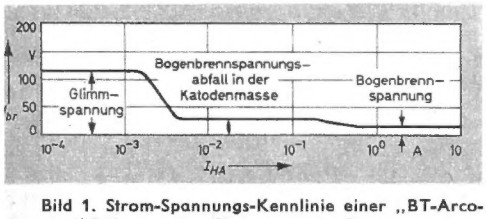


Bild 1. Strom-Spannungs-Kennlinie einer „BT-Arcotron"-Röhre mit Glimm- und Bogenspannung; U_{br} Brennspannung, I_{HA} Hilfsanodenstrom

Das Typische dieser Röhrenart ist die Verwendung einer Spezialkatode *K* in Verbindung mit einer Hilfsanode *HA* (Bild 2).

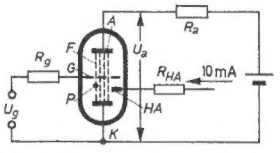


Bild 2. Schematische Darstellung der Schaltung und Wirkungsweise eines „Arcotrons" (nach *Cerberus*); *F* Feldlinie, *P* Elektron, *HA* Hilfsanode, *G* Gitter

Zwischen beiden wird eine Hilfsentladung gezündet, die mit einer Bogenspannung von etwa 25 V dauernd brennt. Damit dieser Vorgang aber mit geringer Energie möglich wird, ist durch genaues Abstimmen von Gasfüllung, Gasdruck (der recht hoch ist, um die Gasaufzehrung zu vermindern) sowie Katodenkonstruktion dafür gesorgt, daß die Hilfsentladung nur an einem mikroskopisch kleinen Punkt der Katodenoberfläche ansetzt. Da dieser außerdem gut wärmeisoliert ist, genügen 10 mA um die Entladung innerhalb weniger Millisekunden in die Bogenentladung nach Bild 1 überzuleiten. Die schaltbereite Röhre verbraucht somit nur $0{,}01 \cdot 25 = 0{,}25$ W. Zum Zünden sind 200 V Hilfsanodenspannung nötig. Je nach dem Potential des Gitters *G*, das hier also nicht als „Starter" wirkt, werden aus dem mit Elektronen dicht angereicherten Raum zwischen Katode und Hilfsanode Elektronen abgesaugt oder zurückgestoßen. Bei positivem Gitter erzeugt die Anodenspannung (zum Beispiel im Punkt *P*) ein beschleunigendes Feld für die Elektronen, so daß die Anodenstrecke zündet. Da der Strom unendlich anwachsen würde, muß er durch einen äußeren Widerstand R_a begrenzt werden. Vom Glühkatoden-Kleinthyratron unterscheidet sich das „Arcotron" durch die Hilfsanodenstrecke, die an die Stelle der geheizten Katode tritt. Mit der Röhre BT 31 läßt sich beispielsweise ein Dauerstrom von 300 mA und ein Spitzenstrom von 10 A erreichen. Die Speisung erfolgt mit 220 V Wechselspannung oder 300 V Gleichspannung. Eine typische Anwendung ist die Steuerung von Magnetventilen und Schützen.

2. Feldemissionskatoden

Mit Hilfe starker elektrischer Felder in der Größenordnung von mindestens 10^6 V/cm ist es möglich, die Austrittsarbeit unbeheizter Metalle oder Halbleiter so weit zu erniedrigen, daß eine Elektronenemission durch quantenmechanische Tunneleffekte zustande kommt (Bild 3). Für Metalle ist die Emissionsstromdichte i durch die Fowler-Nordheim-Gleichung

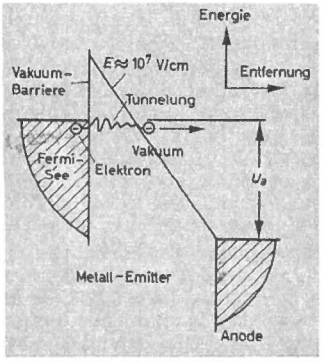


Bild 3. Vereinfachte Darstellung des Feldemissionsvorgangs; starke elektrische Felder veranlassen die Elektronen zu ihrem Austritt aus der Kaltkatode (nach AIEE Trans. I v. 28. Jan. 1962)

$$i = B \cdot E^2 \cdot e^{-\beta/E}$$

gegeben. Dabei bedeutet E die elektrische Feldstärke an der Oberfläche, und B sowie β sind Konstanten.

Man erzeugt eine hohe Feldstärkekonzentration auf einem winzigen Punkt der Wolframkatode, was mit relativ geringen Spannungen mittels elektrischer oder magnetischer Fokussierungseinrichtungen erreichbar ist. Bei kontinuierlichem Betrieb können bis zu 10^7 A/cm² (bei Impulsbetrieb 10^8 A/cm²) auf einen Fleck von wenigen Millimeter Durchmesser konzentriert werden. Leider sind Feldemissionskatoden sehr unstabil und auch chemischen Reaktionen unterworfen, die noch nicht beherrscht werden. Man kann dies zwar durch Erhöhung des Vakuums (auf 10^{-10} ... 10^{-12} Torr) vermeiden, doch läßt sich ein so hohes Vakuum nur schwer herstellen. Als Vorteile dieser Katode sind geringe Rauschtemperatur, hohe Stromdichte, hohe Nichtlinearität zwischen Feld und Emissionsstrom und hoher Wirkungsgrad anzuführen.

Feldemissionsdioden mit Wolframkatode in Aluminiumsilikat-Glaskolben sind bereits gebaut worden und arbeiten schon über 15 000 Stunden mit 300 W Dauerleistung bei maximalen Stromdichten von 10^7 A/cm². Die *Field Emission Corp.* beschäftigt sich intensiv mit der Entwicklung solcher Katoden.

Als zukünftige Anwendungen kann man Röntgenröhren mit harter Strahlung, Mikrowellenröhren, Millimeterwellenoszillatoren, Gleichrichterröhren und Frequenzvervielfacher nennen.

3. Photoemissionskatoden

Diese Katodenart ist schon länger bekannt. Sie wird in den üblichen Photozellen angewandt. Bei der Weiterentwicklung ist man bemüht, eine Elektronenergiebigkeit von mehr als 0,5 Elektronen je einfallendem Photon zu erreichen. Inzwischen fand man auch, daß die Photoemission ein nichtlinearer Prozeß ist, der viele interessante Anwendungen ermöglicht. So läßt sich beispielsweise damit die Demodulation eines modulierten Laser-Lichtstrahls vornehmen. Man kann auch einen dichtemodulierten Strom in die Verzögerungsleitung einer Wanderwellenröhre schikken und damit eine Verstärkung und Aus-

siebung der Modulation bei über 10^{11} Hz erreichen. Die Nichtlinearität ermöglicht auch das Mischen zweier Laser-Strahlen, um einen dichtemodulierten Strahl mit der Differenzfrequenz zu erhalten. Die Modulation kann dann verstärkt und herausgesiebt werden. Dadurch bietet sich die Möglichkeit, Millimeter- und Submillimeterwellen zu erzeugen. Auch Überlagerungsmodulation (AM oder FM) von Laser-Strahlen scheint realisierbar zu sein.

Eine Photoemissionskatode kann auch dazu verwendet werden, einen sehr rauscharmen Elektronenstrahl für Mikrowellenverstärker zu erzeugen. Beim gegenwärtigen Entwicklungsstand erreicht man kontinuierliche Stromdichten von 10^{-3} A/cm² und bei Impulsbetrieb etwa 1 A/cm². Als geeignete Materialien wurden Cs_3Sb und Bi-Ag-O-Cs gefunden. Der Katodenwirkungsgrad liegt gegenwärtig bei 10^{-1} A/W.

4. Sekundäremissionskatoden

Diese Katoden werden in Photovervielfachern verwendet. Sie beruhen auf dem Effekt, daß ein bestimmte Metallegierungen bombardierendes Elektron aus diesen mehrere Sekundärelektronen herausschlägt. Die genauen physikalischen Vorgänge sind hierbei noch nicht vollkommen geklärt, und weitere Forschungen und Entwicklungen sind notwendig. Man ist bemüht, das derzeit noch hohe innere Rauschen zu beseitigen. Es werden gegenwärtig Photovervielfacher für das Mikrowellengebiet und solche für „selbständige" Emission in Magnetrons studiert, wobei einige Sekundärelektronen die Katode bombardieren und dadurch die Sekundäremission erheblich verstärken, so daß jede äußere Beheizung wegfallen kann. Beim gegenwärtigen Stand der Entwicklung sind ähnliche Stromdichten und Katodenwirkungsgrade wie bei Photoemissionskatoden erreichbar. Als Katodenmaterialien werden Pt, W-ThO_2, MgO und BeO verwendet. Um zu besseren Ergebnissen zu kommen, sind noch Wärme- und Ladungsprobleme sowie die Energiestreuung zu studieren. Als Zukunftsanwendungen ergeben sich Mikrowellen- und Bildspeicherröhren.

5. Mikrowellenröhrenkatoden mit Laser-Aufheizung

Eine interessante Entwicklung der Cornell-Universität (USA) stellen Mikrowellenröhren dar, bei denen eine besondere Heizquelle zur Katodenerwärmung verwendet wird, nämlich ein auf eine Wolframkatode gerichteter Strahl eines Lasers. Man erreichte damit Stromdichten von 10^4 A/cm², das ist 1000mal mehr, als bisher mit üblichen Mitteln erreicht werden konnte. Damit hofft man einen Weg gefunden zu haben, um Mikrowellenröhren für Frequenzbereiche bis 200 GHz mit höheren Leistungen bauen zu können.

6. Plasma-Elektronenquellen

Hierbei werden die Elektronen statt von einem Festkörper von einem Gas geliefert, wobei sich ebenfalls hohe Stromdichten bis zu 10^2 A/cm² erzeugen lassen. Als Medium wird hierbei Quecksilber (mit Bogenentladung) verwendet. Geeignete Apparate sind zur Zeit in Entwicklung (Bild 4). Viel Forschungsarbeit ist noch nötig, um auf einfachem Wege Plasmabildung und Extraktion der Plasmaelektronen ins Vakuum, geringes Rauschen und bessere Stabilität zu erreichen. Als Zukunftsanwendung ist an Ultrahochfrequenzröhren gedacht.

7. Tunnelkatoden

Diese Katoden sind vielversprechend in bezug auf hohe Stromdichten, sofortigen Start, Betrieb mit niedrigen Temperaturen und Rauscharmut. Jedoch kann die Forderung nach extrem hoher Stromdichte und geringstem Rauschen nicht gleichzeitig erfüllt werden; man muß verschiedene Katoden für die eine oder die andere Eigenschaft konstruieren. Die Tunnelkatode besteht im wesentlichen aus einem Metall-Isolator-Metall-Sandwich (Bild 5). Die Isolatorschicht ist ein dünner Film, so daß die Elektronen der Metallunterlage leicht „hindurchtunneln" können, wobei sie von der Batteriespannung beschleunigt werden. Sie erscheinen im Metallfilm als energiereiche Elektronen. Einige dieser „heißen" Elektronen haben genügend Energie, um durch die Katodenoberfläche ins Vakuum auszutreten.

Wenn die freie Weglänge der „heißen" Elektronen im Verhältnis zur Dicke des Metallfilms groß genug ist, dann findet Emission ins Vakuum statt. Elektronen mit geringerer Energie fallen zurück und werden von der Batterie als „Kreisstrom" befördert, der den Wirkungsgrad vermindert. Bei Versuchen waren Stromdichten von 10 A/cm² im Impulsbetrieb mit Wirkungsgraden von 10^{-3} A/W erreichbar. Der schlechte Wirkungsgrad ist dadurch begründet, daß der Emissionsstrom nur einen Bruchteil des Kreisstroms ausmacht. Leider läßt auch die Gleichstromstabilität noch zu wünschen übrig. Tunnelkatoden sind besonders für die Konstruktion von Mikrowellenröhren interessant. Weitere Zukunftsanwendungen ergeben sich als Ersatz für thermische Katoden sowie für Modulation, Mischung und rauscharme Verstärkung.

8. pn-Halbleiter-Emissionskatoden

Obwohl diese Kategorie noch in den ersten Anfängen steckt, soll doch über ein Versuchsmodell berichtet werden, das eine mit Vorspannung betriebene *pn*-Diode aus Si oder SiC verwendet, wobei das *n*-leitende Material nur etwa 0,1 Å dick ist. Die Vorspannung U_g (Bild 6) erregt Elektronen des *p*-leitenden Materials und veranlaßt sie, durch Untertunnelung ins *n*-Material zu wandern. Einige Elektronen erreichen das *n*-Material mit einer so hohen Energie, daß sie ins Vakuum austreten. Die Energieverluste sind jedoch sehr groß, so daß die Stromdichten bei nur 10^{-7} A/cm² liegen. Es lassen sich daher im gegenwärtigen Stadium noch keine praktischen Nutzanwendungen angeben, denn auch der Katodenwirkungsgrad ist mit 10^{-5} A/W viel zu niedrig.

9. Magnesiumoxyd-Emissionskatoden

Der Maltereffekt, wonach Magnesiumoxyd (MgO) oder auch andere Metalloxyde beim Beschuß mit Elektronen eine sehr hohe Sekundärelektronenemission ergeben, die auch nach dem Abschalten des Primär-Elektronenstroms noch eine Zeitlang aufrechterhalten bleibt (Bild 7), ist schon seit mehreren Jahren bekannt. MgO-Katoden wurden auch bereits in verschiedenen Fachzeitschriften besprochen und ihre Anwendungsmöglichkeit in Vakuum-Empfängerröhren erörtert (s. a. Heft 19/1962, S. 640–641). Die Vorgänge, die sich dabei abspielen, sind jedoch noch nicht vollständig erforscht, so daß es noch weiterer theoretischer und praktischer Arbeiten bedarf, bevor greifbare Ergebnisse zu erwarten sind. Gegenwärtig sind auch die erreichbaren Stromdichten noch unbefriedigend (10^{-3} A/cm²), doch hofft man in die Größenordnung der Stromdichte thermischer Katoden zu kommen. Nachteilig sind auch der noch zu schlechte Wirkungsgrad (10^{-2} A/W), die starke Abhängigkeit von der Anodenspannung, der Startprozeß und das für manche Zwecke zu starke Rauschen.

10. Ausblick

Trotz der Nachteile der thermischen Katode ist gegenwärtig nicht zu erwarten, daß sie von der Kaltkatode verdrängt werden könnte, besonders dann nicht, wenn es sich um Röhren höherer Leistung und Spannung handelt. Wohl aber ist die Kaltkatode geeignet, neue Anwendungen zu finden und neue Wege auf dem Gebiet hoher Frequenzen zu eröffnen. Vor allem wegen ihrer nichtlinearen Charakteristik könnte sie zur Erzeugung von Millimeterwellen, für rauscharme Verstärkung, Mischung, Frequenzvervielfacher und Spezialfälle, bei denen ein hoher Wirkungsgrad verlangt wird, in Frage kommen.

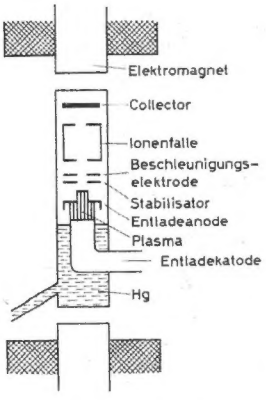


Bild 4. Plasmakatoden-Anordnung (nach RCA Review, Juni 1960)

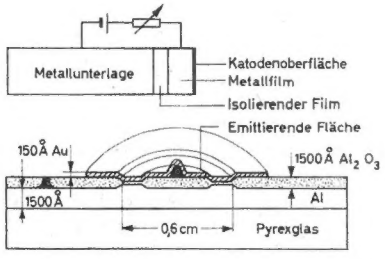


Bild 5. Konstruktionsprinzip der Tunnelkatode (nach J. Appl. Phys. Bd. 32 (1961) Nr. 4)

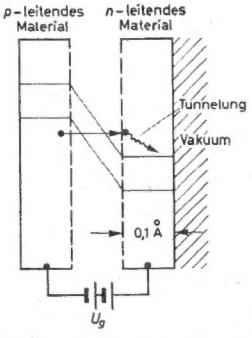


Bild 6. *pn*-Schichtkatode (nach Phys.Rev.Letters Bd.7 (1961) Nr.3)

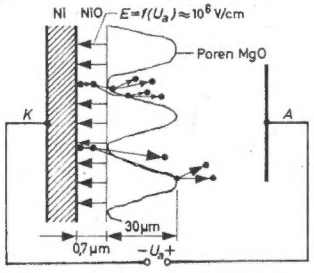


Bild 7. Prinzip der Magnesiumoxyd-Katode; Elektronen werden in der MgO-Schicht vervielfacht, einige haben genügend Energie, um ins Vakuum auszutreten (nach Electronics Bd. 36 (1963) Nr. 23)

R. B. CZEKALSKI

Wünsche des ernsthaften Tonband-Amateurs an das Tonbandgerät

Welcher erfahrene Tonband-Amateur wurde nicht schon von Freunden, die vor der Anschaffung ihres ersten Tonbandgerätes standen, gefragt, welches das beste Tonbandgerät sei. Diese Frage ist aber kaum zu beantworten, denn wie bei vielen Dingen kommt es auch hier auf den Verwendungszweck und die Ansprüche des Benutzers an. Das Angebot der deutschen Tonbandgeräteindustrie ist sehr umfangreich, aber der ernsthafte Amateur – oder wer es werden will – findet darin nur wenige, leider sehr teure Geräte, die seinen Wünschen entsprechen. Er schaut bei der Anschaffung zwar nicht auf 100 DM, aber 2000 DM für ein „Kleinstudiogerät" kann er nur selten ausgeben.

Im folgenden sind Wünsche von ernsthaften Tonband-Amateuren an die Industrie zusammengefaßt. Nur wenige dieser Wünsche wurden bereits verwirklicht; der Weg zum „idealen" Amateur-Tonbandgerät, das zu einem erschwinglichen Preis angeboten wird, ist also noch weit. Das nachstehend konzipierte Tonbandgerät sollte, wenn es von einem fortschrittlichen Industriewerk durchkonstruiert und kalkuliert werden würde, unter der 1000-DM-Grenze dem Verbraucher angeboten werden können.

1. Ausführung

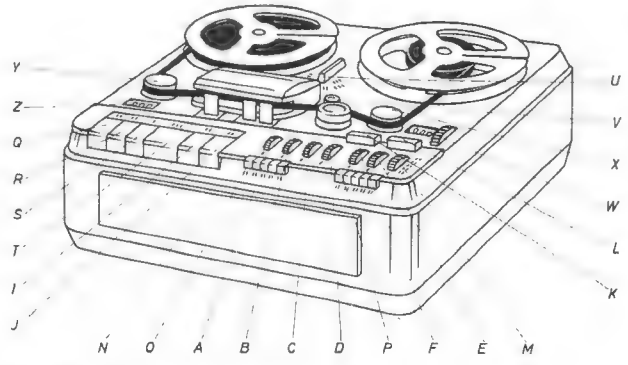
Viele Tonband-Amateure und Hi-Fi-Fans beschäftigen sich mit der Stereophonie und besitzen bereits eine Stereo-Anlage für Schallplatten oder eine Musiktruhe. Daher sollte das neue Tonbandgerät auch ein zukunftssicheres Stereo-Gerät sein, das aber wiedergabeseitig nur einen Spannungsausgang für die beiden Stereo-Kanäle zu haben braucht. Warum sollte man auch zwei Lautsprecher und die zugehörigen Endstufen in ein für gute Stereo-Wiedergabe viel zu kleines Gehäuse einbauen. Eine kleine Endstufe (1 ... 2 W) und ein kleiner Kontrollautsprecher, der sich wahlweise an den rechten oder linken Kanal schalten läßt, genügen zum „Hineinhören".

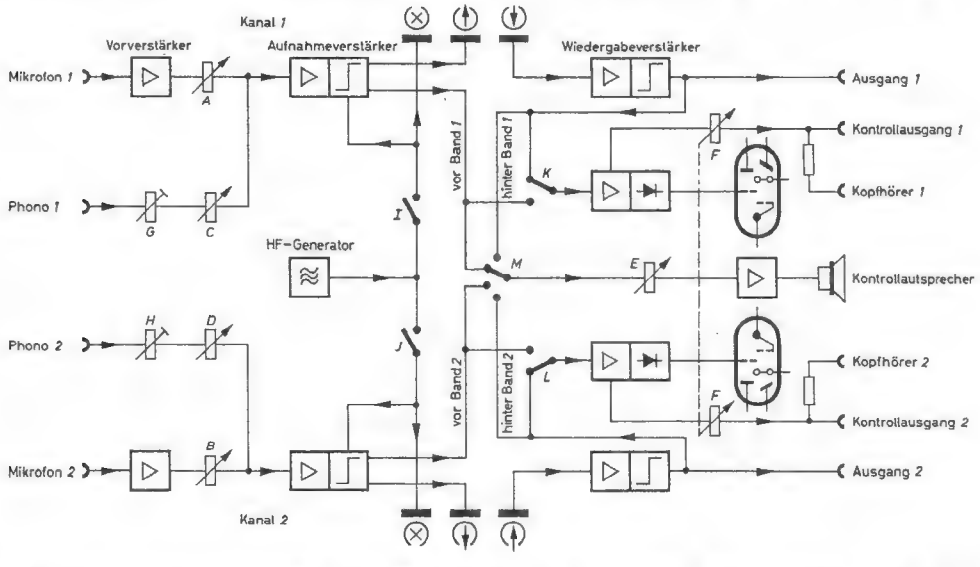
2. Elektrischer Teil

Der Wunsch nach Qualität und Betriebssicherheit legt es nahe, das 6,25 mm breite Tonband auch bei Stereo-Betrieb nur mit zwei Spuren zu bespielen, die obere für den 1. Kanal und die untere für den 2. Kanal. Jede dieser Spuren könnte 2 bis 2,2 mm breit sein. Der unbespielte Mittelteil des Bandes (1,8 ... 2,3 mm) reicht dann für eine genügende Trennung der beiden Kanäle aus. Bei Mono-Betrieb wird, um die genormte Spurlage aufrechtzuerhalten, nur mit Kanal *1* gearbeitet und das Band umgedreht, nachdem die obere Spur bespielt ist. Für Trickaufnahmen (Multiplay und Duoplay), bei denen Überspielungen von Spur zu Spur möglich sein müssen, verfährt man wie bei Stereo-Aufnahmen, jedoch werden jetzt nicht beide Spuren gleichzeitig aufgenommen. Eine spezielle Tricktaste zur Ausschaltung des Löschkopfes ist dann bestimmt entbehrlich.

Um größtmögliche Dynamik der Aufnahme zu erreichen, ist ein sehr geringer Störpegel notwendig. Dazu sind einige Maßnahmen erforderlich, die teilweise bereits bei größeren Heimgeräten der Industrie anzutreffen sind. Der Störpegel einer Magnettonaufnahme setzt sich aus dem Bandrauschen und dem Brummen und Rauschen von Aufnahme- und Wiedergabeverstärker zusammen. Das Verstärkerbrummen und -rauschen läßt sich durch geeignete Bemessung der Schaltung auf ein Minimum bringen. Schwerer ist dagegen die Unterdrückung des Bandrauschens, das von Spurbreite, Bandgeschwindigkeit, Vormagnetisierung und vom Löschkopf abhängt. Daher sollte der HF-Generator für Vormagnetisierung und Löschung in Gegentaktschaltung arbeiten, damit er eine oberwellenarme HF-Spannung liefert. Als Doppelspurlöschkopf ist nur eine Ferritausführung, möglichst mit Doppelspalt, zu empfehlen, mit der sich größte Löschdämpfung und geringe Leistungsaufnahme erreichen lassen.

Ein Tonbandgerät dieser Güteklasse sollte selbstverständlich auch getrennte Aufnahme- und Wiedergabeköpfe mit den zugehörigen getrennten Verstärkern haben, denn nur dann kann die Aufnahme „hinter Band" abgehört werden. Außerdem ist dabei eine optimale Dimensionierung des Aufnahme- und Wiedergabekopfes möglich, wodurch viele der gefürchteten „dropouts" verschwinden und der Störspannungsabstand nochmals vergrößert wird. Durch Rückspielung in den Aufnahmeverstärker lassen sich auch Hall- und Echoeffekte erzeugen. Da man aber nicht nur den Kontrollausgang, sondern auch die Aussteuerungsanzeige vor oder hinter Band schalten kann, ist es auf einfache Weise möglich, die unterschiedlichen Empfindlichkeiten der Bandsorten auszuglei-





Vorschlag für den Aufbau und Blockschaltung eines Stereo-Tonbandgerätes, das den Wünschen des ernsthaften Tonbandamateurs entspricht.

A Aufnahmeregler (Mikrofon), Kanal 1
B Aufnahmeregler (Mikrofon), Kanal 2
C Aufnahmeregler (Phono), Kanal 1
D Aufnahmeregler (Phono), Kanal 2
E Lautstärkeregler für Kontrollautsprecher
F Lautstärkeregler für Kopfhörer und Kontrollausgang
G Pegelvorregler (Phono) Kanal 1
H Pegelvorregler (Phono), Kanal 2
I Aufnahmetaste, Kanal 1
J Aufnahmetaste, Kanal 2
K Kontrollschalter vor Band — hinter Band, Kanal 1
L Kontrollschalter vor Band — hinter Band, Kanal 2
M Abhörwahlschalter für Kontrollautsprecher
N Kontrollautsprecher
O Aussteuerungsanzeige, Kanal 1
P Aussteuerungsanzeige, Kanal 2
Q Schneller Rücklauf
R Schneller Vorlauf
S Wiedergabe
T Halttaste
U Bandgeschwindigkeitsumschalter, Netzschalter
V Tonwelle
W Zählwerk
X rechte Umlenkrolle
Y linke Umlenkrolle
Z Bandgeschwindigkeitskontrolle

chen oder ein geeignetes Band auszusuchen. Durch Vergleich der Aufnahme vor und hinter Band sind auch die Abweichungen der Bandaufnahme vom Original leicht festzustellen.

Ein besonderes Problem ist die Aussteuerungsanzeige. Theoretisch wären Zeigerinstrumente gut geeignet, da sie sich eichen lassen und dann den genauen Wert der Aus- oder Übersteuerung anzeigen. Wegen der Trägheit der Instrumente ist es aber unmöglich, einzelne Spitzen, die bei dem impulsförmigen Charakter von Sprache und Musik oft vorkommen, abzulesen. Das bisher verwendete trägheitslose Magische Band (EM 84, EM 87), hier natürlich für jeden Kanal eine eigene Anzeigeröhre, dürfte wohl die zweckmäßigste (und auch billigste) Lösung sein. Vielleicht könnten sich aber die Röhrenhersteller um eine Weiterentwicklung der EM 87 bemühen, die bei gleichen Abmessungen ein längeres Leuchtband von etwa 50 mm Länge haben sollte, das einseitig abgelenkt wird. Dadurch würde ein Anzeigebereich von wenigstens 40 dB erreicht werden, mit dem sich auch sehr leise Stellen noch anzeigen lassen. Eine Blende mit aufgedruckter dB-Teilung und ein rot eingefärbter Übersteuerungsbereich könnten die Ablesung erheblich vereinfachen. Bei beschränkten Platzverhältnissen auf der Frontplatte kann man die beiden Anzeigeröhren auch im Inneren des Gerätes anordnen und die Leuchtbänder mit Plexiglasstreifen an die Oberseite projizieren.

Obwohl das hier beschriebene Tonbandgerät kein Batteriegerät ist, sondern am Netz betrieben wird, sollte auf Transistorbestückung der Verstärker nicht verzichtet werden. Bei einem so vielseitigen Gerät würde die erforderliche große Anzahl der Röhren sonst zu einem erheblichen Wärmestau führen. Die Bauweise mit gedruckter Schaltung und Transistoren beschränkt auch die Abmessungen auf ein Mindestmaß. Bei großzügiger Disposition dürften 24 Transistoren für die Verstärker und die Siebung der Betriebsspannung genügen. Transistorisierte NF-Verstärker haben außerdem den erwünschten niederohmigen Eingang, an den sich dynamische Mikrofone über maximal 200 m lange Leitungen direkt anschließen lassen. Um bei Mono-Betrieb von Spur zu Spur überspielen und noch eine weitere Darbietung einmischen zu können, wäre es sinnvoll, jeden Kanal mit zwei mischbaren Eingängen auszustatten. An die Ausgänge der beiden Wiedergabeverstärker können wahlweise Verstärkeranlagen, Musiktruhen, Kopfhörer oder die eingebaute Kontroll-Endstufe mit Lautsprecher angeschlossen werden. Außerdem kann zum Beispiel der Ausgang des ersten Kanals mit einem Kabel an den Eingang des zweiten geschaltet werden.

Die Entzerrung und die Vormagnetisierung für den Aufnahmekopf muß natürlich mit der Bandgeschwindigkeit umgeschaltet werden. Für jede Geschwindigkeit und jeden Kanal lassen sich optimale Werte erreichen.

Die Vielfalt der Möglichkeiten erfordert eine übersichtliche Anordnung der Drucktasten und Regler in einem geschlossenen Bedienungsfeld. Eine Ausnahme macht lediglich der Umschalter für die Bandgeschwindigkeiten. Er kann gleichzeitig der Netzschalter des Gerätes sein und an einer beliebigen Stelle angebracht werden. Die Klage vieler Tonbandfreunde, daß größere Tonbandgeräte oft nicht „führerscheinfrei" sind, hat wohl vor allem ihren Grund darin, daß die Bedienungselemente manchmal unzweckmäßig angeordnet und nicht eindeutig gekennzeichnet sind. Nur ein harmonischer äußerer Gesamteindruck eines Gerätes kann eine gewisse Beklemmung beim technischen Laien verhindern.

4. Mechanischer Teil

Dem Laufwerk, also dem mechanischen Aufbau des Tonbandgerätes schlechthin, ist ganz besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Für ein 10 kg schweres Gerät reicht ein Chassis aus 1 mm dickem Stahlblech keineswegs aus. Wie kann die diffizile mechanische Justierung erhalten bleiben, wenn sich die (Blech-) Grundplatte schon bei einem harten Aufsetzen des Gerätes um einige zehntel Millimeter verzieht? Außerdem wirkt die dünne Grundplatte als guter Resonanzboden, der die unvermeidbaren Laufgeräusche nicht dämpft, sondern verstärkt abstrahlt.

Da ein Dreimotoren-Laufwerk in dieser Preisklasse nicht zu realisieren sein dürfte, sollte der Antriebsmotor wenigstens so kräftig sein, daß er 1000 m Dreifachspielband in kürzester Zeit vor- und zurückspulen kann. Außerdem darf sich seine Drehzahl beim Andrücken der Gummiandruckrolle an die Tonwelle nicht ändern.

Als Bandgeschwindigkeiten genügen 9,53 und 19,05 cm/s. Ob die Umschaltung mechanisch oder elektrisch erfolgt, ist weniger wichtig, die Geschwindigkeit sollte sich aber mit einem Stroboskop (eine Umlenkrolle vor den Köpfen, die eine Stroboskopteilung trägt) kontrollieren lassen. Neben dieser Umlenkrolle zur Kontrolle der Bandgeschwindigkeit ist noch eine zweite – diesmal hinter den Köpfen und der Tonwelle – für ein Zählwerk erforderlich, das aber nicht (wie allgemein üblich) die Umdrehungen der Abwickel- oder Aufwickelspule, sondern die Bandlänge in Minuten und Sekunden bei 19,05 cm/s anzeigt (bei 9,53 cm/s müssen die Werte verdoppelt werden).

Zum Kopfträger selbst ist nicht viel zu sagen. Ein auswechselbarer Kopfträger (wie bei Studiogeräten) ist nicht erforderlich; er würde die Herstellung zu sehr verteuern. Außerdem ist die Kopfbestückung mit Halbspur-Stereo-Köpfen so universell, daß damit fast alle auftretenden Probleme gelöst werden können. Eine Playback-Kopfbestückung (in der Reihenfolge: Wiedergabekopf, Löschkopf, Aufnahmekopf) erübrigt sich wegen der Möglichkeit des Überspielens von Spur zu Spur bei Mono-Betrieb.

Eine kleine Besonderheit ist vielleicht noch erwähnenswert, die bei Studio- und halbprofessionellen Geräten selbstverständlich ist. In vielen Bedienungsanleitungen zu Heimtonbandgeräten wird beschrieben, wie ein zerschnittenes Tonband geklebt werden kann. Wie man aber bei silbengenauem Schneiden (Cutten) die Schnittstelle finden kann, wird meistens nicht angegeben. Zwar läßt sich bei einigem Geschick das Band in die richtige Position vor dem Wiedergabekopf bringen, aber der schmale Einlegeschlitz und die Abschirmklappe vor dem Kopf machen ein Anzeichnen der Schnittstelle unmöglich. Hier schafft ein einseitig offener Kopfträger Abhilfe. Die notwendige Abschirmklappe müßte durch einen Hebeldruck versenkt werden können, so daß die Spiegelflächen der Köpfe (auch zur Reinigung) freiliegen.

Zum sauberen Anliegen des Bandes an den Köpfen sollte bereits der Bandzug ausreichen. Besondere Andruckmaßnahmen wie Filz, Samtband usw. sind dann nicht mehr erforderlich. Sie verringern zwar die bei Viertelspurgeräten gefürchteten Aussetzfehler, belasten aber in unzulässi-

Technische Daten (Wünsche des ernsthaften Tonband-Amateurs an das Tonbandgerät)

Bandgeschwindigkeit:	9,53 und 19,05 cm/s
Abweichung von der Sollgeschwindigkeit:	≦ ± 0,5 % bei jedem Wikkeldurchmesser
Tonhöhenschwankungen bei 9,53 cm/s:	≦ ± 0,25 %
bei 19,05 cm/s:	≦ ± 0,15 % (bewerteter Spitzenwert)
Spieldauer bei 9,53 cm/s:	max. 180 min
bei 19,05 cm/s:	max. 90 min (Stereo-Betrieb, Dreifachspielband)
Spulendurchmesser:	6 ... 18 cm (kleinster Kerndurchmesser 3 cm)
Spulenbefestigung:	internationale Dreizackaufnahme
Umspulzeit:	max. 4 min für 1080 m Dreifachspielband (Spule 18)
Bandlängenanzeige:	Antrieb durch das Band, geeicht in Minuten und Sekunden (bis 99 min 55 s) bei 19,05 cm/s
Spurlage:	internationale Stereo-Doppelspur (oben: Kanal 1, unten: Kanal 2)
Kopfbestückung:	Löschkopf (2/2-Spur, Ferritkern), Aufnahmekopf (2/2-Spur, 10-µm-Spalt), Wiedergabekopf (2/2-Spur, 3-µm-Spalt)
Frequenzbereich: bei 9,53 cm/s:	30 ... 12 000 Hz (+1, —2 dB)
bei 19,05 cm/s:	30 ... 16 000 Hz (+1, —2 dB)
Klirrfaktor über Band bei 9,53 cm/s:	< 3 % bei 1000 Hz, Vollaussteuerung
bei 19,05 cm/s:	< 2 % bei 1000 Hz, Vollaussteuerung
Übersprechdämpfung Stereo-Betrieb:	≧ 40 dB
Mono-Betrieb:	≧ 55 dB
Dynamik über Band bei 9,53 cm/s:	≧ 52 dB
bei 19,05 cm/s:	≧ 55 dB
Entzerrung:	NARTB
Löschdämpfung:	≧ 70 dB
Oszillatorfrequenz:	100 kHz
Aussteuerungsanzeige:	je Kanal ein Magisches Band mit sichtbarem Übersteuerungsbereich, umschaltbar vor oder hinter Band
Eingänge je Kanal:	Mikrofoneingang 0,2 mV an 1 kOhm, Radio/Phonoeingang 10 ... 200 mV an 1 MOhm (einstellbar), beide Eingänge mischbar
Ausgänge je Kanal:	Verstärkerausgang 0,8 V an 1 kOhm (nicht regelbar)
	Kontrollausgang max. 0,8 V (regelbar), vor oder hinter Band umschaltbar
	Kopfhörerausgang (regelbar) für 2000-Ohm-Kopfhörer, vor oder hinter Band umschaltbar
Stromversorgung:	110 ... 220 V, 50 Hz

ger Weise das Tonband. Erhöhte Staubanziehung infolge statischer Aufladung und einseitiges Verziehen der Bänder sind nur einige der Folgen.

Als Andruckelemente sind nur Rollen, die gleichzeitig auch Bandlängsschwingungen dämpfen, empfehlenswert. Der Bandzug muß über die gesamte Länge des Bandes nahezu konstant sein, damit sich ein gleichmäßiger Band-Kopf-Kontakt ergibt. Das läßt sich aber mit einem konstanten Bremsmoment nicht erreichen, da sich dann der Bandzug umgekehrt proportional zum Durchmesser des Wickels ändert. Das Bremsmoment sollte sich also mit dem Wickeldurchmesser ändern. Um Abweichungen vom Soll-Bandzug festzustellen, beziehungsweise um den Durchmesser des linken Bandwickels zu messen, verwendet man seit langer Zeit fühlhebelgesteuerte Bremsen. Aus Patentgründen ist dieses Prinzip jedoch nur einer Herstellerfirma zugänglich. Es dürften sich aber auch noch andere Möglichkeiten für bandzuggesteuerte Bremsen finden lassen.

Mit einer maximalen Spulengröße von 18 cm ⌀ dürften wohl auch die Anforderungen der Tonband-Amateure nach langer ununterbrochener Spieldauer zufriedengestellt werden. Mit Dreifachspielband ergibt sich bei Stereo-Betrieb und 19,05 cm/s eine Spieldauer von 90 min, bei Mono-Betrieb mit 9,53 cm/s und Langspielband von 2 × 90 min.

Elektronik

W. SCHMIDBERGER, Telefunken, Heilbronn

Induktiver Drehzahlmesser

Die Ansteuerung des nachstehend beschriebenen Drehzahlmessers erfolgt kontaktfrei und nahezu leistungslos. Auf der zu untersuchenden Welle muß dazu ein Zylinder oder eine Scheibe aus zwei Metallen, die in ihren magnetischen Eigenschaften verschieden sind (zum Beispiel Eisen und Messing), angebracht werden. Der Zylinder beeinflußt eine Induktivität, deren Änderung verstärkt und zur Anzeige verwendet wird. Der Abstand des Zylinders oder der Scheibe von dem offenen Teil eines U-Kernes darf etwa 5 mm sein. Die Messung kann daher auch durch ein Kunststoffgehäuse hindurch erfolgen. Am Ausgang der Schaltung kann die augenblickliche Drehzahl an einem Instrument abgelesen werden, außerdem wird bei jeder Umdrehung der Welle ein mechanischer Zähler um eine Stellung weitergeschaltet. Wird ein Zähler mit Vorwahl benutzt, dann kann nach einer vorher eingestellten Anzahl Umdrehungen ein Ausgangsimpuls (zum Beispiel zum Abstellen der Maschine) gewonnen werden.

Der Transistor *T 1* ist in Basisschaltung als Oszillator geschaltet. Die Rückkopplung erfolgt über einen Serienresonanzkreis auf den Emitter von *T 1*. Mit dem Potentiometer *P 1* wird der Parallelresonanzkreis am Collector von *T 1* so stark bedämpft, daß die Rückkopplung über den Reihenschwingkreis nur dann zum Schwingungseinsatz ausreicht, wenn die beiden Kreise auf genau die gleiche Frequenz abgestimmt sind. Da die Induktivität *L 2* von den verschiedenen Materialien des umlaufenden Zylinders oder der Scheibe beeinflußt wird, schwingt der Oszillator nur dann, wenn dem Kern von *L 2* das Material gegenübersteht, auf das der Resonanzkreis abgeglichen wurde. Der Oszillator wird also mit der Frequenz des umlaufenden Zylinders moduliert. Die Diode *D 1* demoduliert die Schwingungen, so daß an die Basis des Transistors *T 2* nur noch mäanderförmige Impulse mit der Frequenz der umlaufenden Welle gelangen. Die Transistoren *T 2* und *T 3* bilden einen Schmitt-Trigger, der die Impulse verstärkt und Rechtecke mit steilen Flanken liefert. Der Schmitt-Trigger ist erforderlich, da bei sehr langsamen Drehzahlen der Oszillator auch langsam ein- und ausschwingt. Die positive Flanke des Rechteckimpulses am Collector von *T 3* steuert einen monostabilen Multivibrator mit den Transistoren *T 4* und *T 5*. Der Multivibrator liefert einen Ausgangsimpuls von 20 ms, der durch *T 6* so verstärkt wird, daß er zur Ansteuerung des Zählers ausreicht.

Während dieses Impulses wird über das Potentiometer *P 2* der parallel zum Instrument liegende 100-µF-Kondensator aufgeladen. Durch das *RC*-Glied werden die Impulse integriert, so daß der Zeiger des Meßinstruments nur bei sehr langsamen Drehzahlen im Takt der Impulse schwankt. Die Aufladung des Kondensators ist direkt proportional der Anzahl der Impulse je Zeiteinheit, das heißt der Modulationsfrequenz des Oszillators. Da sich eine Änderung der Batteriespannung direkt auf den Instrumentenstrom auswirken würde, sollte die Betriebsspannung von 24 V einer stabilisierten Spannungsquelle entnommen werden.

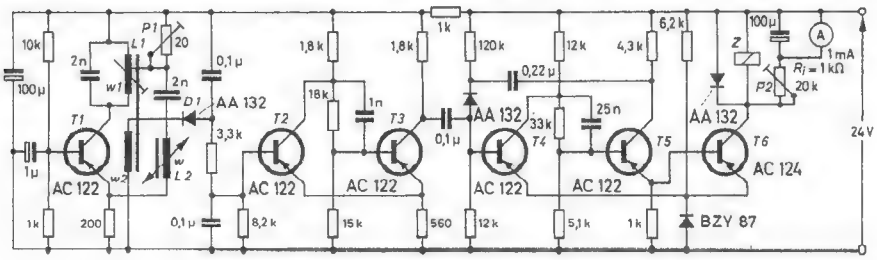
Als Zähler *Z* ist beispielsweise der Typ „FA 043" von *Hengstler*, Aldingen, geeignet.

Tab. I. Spulendaten ▶

	Wickl.	Anzahl der Windungen	Draht	Indukt. [mH]	Spulenkörper
L 1	*w 1*	830[1])	0,12 CuL	29	„D 11-1255" (*Vogt*)
	w 2	480	0,08 CuL		
L 2	*w*	600	0,15 CuL	29	Ferrit-U-Kern U 57, offen, Typ „VK 23 560" (*Valvo*)

[1]) Anzapfung bei 40 Wdg.

Unten: Schaltung des kontaktfrei und nahezu leistungslos arbeitenden Drehzahlmessers



Persönliches

R. Cruel †

Am 22. September 1964 starb Rolf Cruel, Chef der Artikelgruppe „Bausteine" der *Valvo GmbH*, Hamburg. Cruel wurde 1921 in Lage an der Lippe geboren, studierte in Hamburg Physik und trat 1952 beim damaligen NWDR ein, wo er sich besonders dem seinerzeit noch neuen Gebiet der Transistortechnik widmete. Seit dem 1. April 1955 war er bei der *Valvo GmbH* tätig.

E. Pfaffenberger 40 Jahre bei Gossen

Erwin Pfaffenberger, Chefkonstrukteur und Direktor der Firma *P. Gossen & Co. GmbH*, Erlangen, konnte kürzlich auf seine 40jährige Firmenzugehörigkeit zurückblicken. 1924 trat er als Zeichnerlehrling ein, wurde dann Konstrukteur und später in die Geschäftsleitung berufen. Seit 1957 bekleidet er seine heutige Position.

B. W. A. Lehmann 40 Jahre bei Daimon

Am 29. September 1964 konnte B. W. A. Lehmann, Technischer Direktor und Leiter der Gesamtproduktion der *Daimon GmbH*, Rodenkirchen, und der *Daimon-Werke GmbH*, Berlin, auf eine 40jährige Tätigkeit bei Daimon zurückblicken. Nach seiner kaufmännischen Ausbildung trat B. W. A. Lehmann als Sachbearbeiter in das *Daimon*-Werk Bodenbach (Elbe) ein und war zuerst im Inlandsverkauf, dann im Export tätig. Kurze Zeit nachdem sich die Firma der *Ever Ready Comp.*, London, angeschlossen hatte, übernahm er dort neue Aufgaben und war zuletzt Fabrikleiter. 1957 wurde er in die Geschäftsleitung berufen.

H. Horn 25 Jahre bei Loewe Opta

Direktor Herbert Horn, Mitglied des Vorstands der *Loewe Opta AG*, beging am 25. Oktober 1964 in Berlin sein 25jähriges Dienstjubiläum. Er wurde schon in jungen Jahren zum Prokuristen ernannt und war bereits 1948 stellvertretendes Vorstandsmitglied. Als ordentliches Mitglied wurde er 1949 in den Vorstand berufen. Heute untersteht ihm das Finanz- und Rechnungswesen der Gesellschaft.

W. Olufs 60 Jahre

Am 28. Oktober 1964 vollendete Direktor William Olufs, Leiter der Exportabteilung des Geschäftsbereiches „Geräte" der *Telefunken AG*, Hannover, sein 60. Lebensjahr. 1931 wurde er Mitarbeiter von *Telefunken*, zunächst im Rundfunkvertrieb und dann in der Exportabteilung. 1940 wurde ihm die Leitung der *Telefunken Belge S.A.* in Brüssel übertragen. Nach dem zweiten Weltkrieg war Olufs vorübergehend im Inlandsgeschäft tätig, und 1953 übernahm er die Exportabteilung in Hannover. Außerdem leitet er die Exportkommission des Fachverbandes Rundfunk und Fernsehen im ZVEI und ist Mitglied des Außenhandelsausschusses der Industrie- und Handelskammer in Hannover.

A. Waizenegger 60 Jahre

Am 13. November 1964 wird Direktor Artur Waizenegger, Mitglied der Geschäftsführung der *Teldec, Telefunken-Decca-Schallplatten GmbH*, Hamburg, 60 Jahre. 1925, nach vorangegangener Lehrzeit als Bankkaufmann, trat A. Waizenegger bei *Telefunken* ein. Von 1934 an war er nacheinander Verkaufsleiter der Geschäftsstellen Köln, Hannover und Berlin und übernahm 1948 nach kurzer selbständiger Tätigkeit die Verkaufsleitung im Hamburger *Telefunken*-Haus. Drei Jahre später wurde ihm dann die Vertriebsleitung des gesamten Gerätegeschäftes von *Telefunken* in Hannover übertragen. 1957 beriefen ihn die Gesellschafter der *Teldec* zum Leiter des Inlandvertriebes. Damit wurde die neue Richtung seiner Laufbahn bestimmt. Seine Liebe zur Musik und die in langjähriger Praxis erworbenen hervorragenden Kenntnisse des Handelsgeschäftes mit Fernseh-, Rundfunk- und Phonogeräten kamen ihm bei der Lösung der neugestellten Aufgabe auf dem Schallplattengebiet zugute. 1961 in die Geschäftsleitung der *Teldec* berufen, zählt Direktor Waizenegger heute zu den bekanntesten Fachleuten der deutschen Schallplattenindustrie.

Nationaler Wettbewerb der besten Tonbandaufnahme 1964

Der diesjährige Nationale Wettbewerb der besten Tonbandaufnahme fand am 26./27. September 1964 in der Berliner Gerätefabrik der *Deutschen Philips GmbH* statt, die freundlicherweise die technischen Einrichtungen zur Verfügung stellte und für die Betreuung der Jury-Mitglieder sowie der zahlreich erschienenen Gäste in vorbildlicher Weise sorgte.

Organisatorisch vorbereitet wurde die Veranstaltung des NWT, die die nationale Vorentscheidung für den in der Zeit vom 23. bis 27. Oktober d. J. in Lausanne stattfindenden Internationalen Wettbewerb (IWT) darstellt, durch den Ring der Tonbandfreunde in engster Zusammenarbeit mit dem Fachverband Phonotechnik im ZVEI.

Die Jury, deren Vorsitz wiederum Herr Heinz Runge (RdT) übernommen hatte, setzte sich diesmal aus insgesamt elf Vertretern der Industrie, Fachpresse und der beiden Berliner Sendeanstalten zusammen.

Die Anzahl der Einsendungen zu diesem Wettbewerb war um rund zehn Prozent größer als im vergangenen Jahr. Leider mußten eine Reihe von eingesandten Arbeiten von der Teilnahme ausgeschlossen werden, da sie aus verschiedenen Gründen (zum Beispiel Überschreitung der vorgeschriebenen Zeitdauer, Namen des Einsenders im Text und dergleichen) nicht den Bedingungen des Reglements entsprachen. Das Reglement wird übrigens nicht vom RdT, sondern auf internationaler Ebene festgelegt.

Mit insgesamt 87 zugelassenen Tonbandaufnahmen war damit der diesjährige Wettbewerb zahlenmäßig genauso umfangreich wie im Vorjahr.

Rückblickend auf die zum Vortrag gelangten Aufnahmen, ist generell zu sagen, daß das allgemeine Niveau der Arbeiten erheblich besser geworden ist, von einigen völligen Fehlgriffen hierbei abgesehen. Als erfreulich ist die Tatsache zu vermerken, daß zahlreiche Tonbandamateure sich erst seit 1963 am Nationalen Wettbewerb beteiligen und sich nicht haben entmutigen lassen, auch diesmal wieder aktiv mitzuwirken. Sollte es dennoch nicht zu einem größeren Preis gereicht haben, so mag diesen Tonbandfreunden gesagt sein, daß auch die „alten Hasen" Jahre unermüdlicher Arbeit benötigt haben, um glückliche Gewinner innerhalb ihrer Kategorie zu werden. Auch dieser Wettbewerb zeigte, daß für eine ideenreiche und technisch einwandfreie Arbeit beste Aussicht besteht, im Rahmen eines solchen Wettbewerbs erfolgreich abzuschneiden.

Die zahlreiche Beteiligung sowie das allgemein bessere Niveau der Arbeiten läßt darauf schließen, daß die vom RdT im Anschluß an den letzten Wettbewerb begonnene Unterrichtung über Grundregeln erfolgreicher „Tonbandelei" einen erfolgversprechenden Anklang in den einzelnen Sektionen gefunden hat. Man kann nur wünschen, daß die begonnene Demonstrierung von guten und schlechten Aufnahmen an Hand von Tonbändern weitergeführt und die Arbeit in den einzelnen Sektionen vertieft wird. An dieser Stelle sei es einem langjährigen Mitglied der Jury gestattet, einige kritische Bemerkungen über die eingesandten Arbeiten zu machen; kritisch insofern, als versucht werden soll, dem aktiven Tonbandfreund einige Tips für künftige Tonbandaufnahmen zu vermitteln, um ihm zu erfolgversprechender Arbeit zu verhelfen.

Nach den internationalen Wettbewerbsregeln sind die eingesandten Aufnahmen unter drei verschiedenen Gesichtspunkten zu beurteilen:

1. Idee und künstlerischer Wert, 2. Gestaltung, 3. Technik.

Festzustellen ist, daß – mit wenigen Ausnahmen – sämtliche Arbeiten mit großem Fleiß und mit nicht mehr so tierischem Ernst angefertigt wurden wie in früheren Jahren; ja, einige Aufnahmen ließen echten Humor erkennen, der bisweilen die Mitglieder der Jury zu herzerfrischendem Lachen herausforderte. Frech-spritzige Themen wechselten ab mit Aufnahmen ernster Mahnung und Besinnung. Rückblickend auf die Themen früherer Wettbewerbe kann gesagt werden, daß auch zu diesem Wettbewerb Aufnahmen eingereicht wurden, die wiederum Gegenstand neuer Ideen waren und damit unter Beweis stellten, daß der menschlichen Phantasie in ihrer schöpferischen Betätigung offenbar keine Grenzen gesetzt sind.

Zahlreiche Aufnahmen gaben Anlaß zu ausgiebigen Diskussionen innerhalb der Jury, wobei gesagt werden darf, daß es sich die Jury keineswegs leicht gemacht hat, eine gerechte Beurteilung der einzelnen Aufnahmen vorzunehmen.

Bei kritischer Anwendung der drei genannten Beurteilungsgesichtspunkte fiel jedoch bei längerem Zuhören auch so mancher Wermutstropfen auf ein hoffnungsvoll begonnenes Tonband. Da wird zum Beispiel ein Hörspiel vorgelegt (Höchstdauer 15 Minuten) mit genau 14 Minuten und 30 Sekunden, das zwar innerhalb der vorgeschriebenen Zeitdauer liegt, bei genauer Beurteilung aber unnötige Längen im Text und auch in den Geräuschkulissen hat, die schließlich ermüdend wirken. Ergebnis: Manche Aufnahme, die in konzentrierter Form vielleicht sogar als wertvoll bezeichnet werden könnte, wird nach 4 Minuten des Anhörens von der Jury abgebrochen (was übrigens nach dem Reglement durchaus zulässig ist).

A propos: Geräuschkulissen. Als Jury-Mitglied muß man immer wieder mit Verwunderung feststellen, mit welch einem Geräuschaufwand zum Beispiel eine Montage, Reportage oder ein Hörspiel versehen wird. Selbstverständlich gehören die entsprechend passenden Geräusche durchaus zu einer solchen Aufnahme, doch sollte sich der Tonbandamateur auch bei Verwendung dieses akustischen Beiwerks – denn mehr sollen ja derartige Geräuschkulissen nicht sein – einer weisen Selbstbeschränkung unterwerfen.

Geräusche sollen stets nur andeuten, nicht aber zum dominierenden Teil einer solchen Aufnahme werden. Wenn beispielsweise ein Schuß fällt, so dürfte das genügen; eine Folge von fünf oder acht Schüssen wirkt auf die Zuhörer ebenso zermürbend wie 20 Sekunden lang ununterbrochenes Reifengequietsche gebremster Fahrzeuge oder eine halbe Minute lang trippelnde Schritte auf einer Treppe.

Gesprochene Texte sollten stets auf das Wesentliche beschränkt sein; kein Wort zuviel sei die Parole! Im Weglassen zeigt sich hier der wahre Könner – dies gilt in der Fotografie genauso wie auf dem Gebiete der Tonbandelei.

Nur – man muß auch wirklich den Mut aufbringen, eine im Konzept fertige Aufnahme nach mehrmaliger Überprüfung durch rigoroses Wegschneiden auf die unbedingt erforderliche Länge zu kürzen. Ein kleiner Tip: Die Arbeit nach der ersten Anfertigung liegen lassen, nach zwei oder drei Wochen nochmals anhören, kritisch überprüfen und mit viel Selbstüberwindung die Schere walten lassen.

Die in den Wettbewerben vergangener Jahre prämiierten Arbeiten lassen erkennen, daß eine mit großer Konzentriertheit hergestellte Aufnahme (knapp im Text und sparsam bemessene Geräusche) stets die größte Aussicht auf Prämiierung hat. Denn nur so bekommt eine solche Aufnahme Schwung und Lebendigkeit und wirkt auf den unbefangenen Zuhörer plastisch und interessant.

Einige Aufnahmen zeigten auch diesmal wieder, daß manche Tonbandamateure noch immer etwas auf Kriegsfuß mit den Mikrofonen stehen. Das Fehlen von Elementarkenntnissen über Mikrofone und deren Anwendung macht sich hierbei störend bemerkbar. Die technischen Eigenschaften der verschiedenartigen Mikrofontypen scheinen noch nicht zum geistigen Allgemeingut der Amateure geworden zu sein. Hinzu kommt, daß vielfach auch die Sprechtechnik einiger Wettbewerber sehr zu wünschen übrig ließ. Unentwegte Übung bleibt hier das einzige Rezept, auch diese Hürde mit Erfolg zu nehmen.

Aufnahmen in deutscher Mundart gesprochen, sind zwar recht interessant und können – mit echtem Humor gewürzt – recht amüsant wirken. Eins aber sollte der Wettbewerber hierbei bedenken: Auch wenn eine solche Aufnahme an erster Stelle innerhalb einer Kategorie liegen sollte, so ist sie nur in den seltensten Fällen für den IWT geeignet. Es ist hierbei zu berücksichtigen, daß im IWT sämtliche deutschen Arbeiten in französischer und englischer Übersetzung vorliegen müssen, die natürlich in den trockenen Buchstaben, auch bei wörtlicher oder sinngemäßer Übersetzung, niemals eine spezifische Mundart widerspiegeln können. Hinzu kommt, daß im Dialekt gesprochene oder gesungene Darbietungen die ausländischen Jury-Mitglieder – sofern diese nicht gerade die deutsche Sprache perfekt beherrschen – niemals so anzusprechen vermögen wie den Einheimischen.

Für fremdsprachengewandte Amateure bietet sich allerdings eine große Chance: Wer die französische oder englische Sprache wirklich perfekt beherrscht, sollte sich überlegen, den knapp bemessenen Text oder aber zumindest die Pointe der Darbietung in der betreffenden Fremdsprache auf das Tonband zu bannen.

Die Verwendung bereits bekannter Geräuschbänder läßt auf Ideenlosigkeit schließen und ist einer günstigen Beurteilung abträglich. Ebensowenig kommen humorvolle Aufnahmen bei der Jury an, sofern es sich um allgemein bekannte Witze oder Anekdoten handelt. Auch diesmal waren wieder einige Aufnahmen darunter, die bereits in früheren Wettbewerben zur Diskussion gestanden haben. Es stellte sich hierbei auch heraus, daß Tonbandarbeiten zu Firmenwettbewerben eingesandt wurden, die von einigen Jury-Mitgliedern nunmehr zum zweiten Male angehört werden sollten. Hier zeigt sich, daß eine Lücke im nationalen Reglement vorhanden ist, das künftig eine nochmalige Einsendung einer bereits beurteilten Aufnahme unterbinden sollte. Es wird hierbei vom Tonbandamateur übersehen, daß viele Jury-Mitglieder seit Jahren an Wettbewerben teilnehmen und sich sehr schnell an früher abgehörte Aufnahmen erinnern.

Schließlich sollte ein Amateur schon bei der Auswahl der von ihm gewählten Themen Psychologie walten lassen. Der NWT findet stets im September statt. Gemütvolle Aufnahmen weihnachtlichen Charakters oder philosophisch tiefgründige Gedichte nach Rückkehr aus dem Sommerurlaub anhören zu müssen, ist nicht jedermanns Sache. Ein wenig Fingerspitzengefühl, an wen man sich im Rahmen eines Wettbewerbs wendet, gehört auch hier dazu.

In der Gesamtheit betrachtet, muß aber gesagt werden, daß der diesjährige NWT als ein großer Erfolg für das schöne Hobby „Tonband" anzusehen ist. Nur schade, daß die Beteiligung in der Kategorie D (einmalige Tondokumente) sowie in Stereophonie verhältnismäßig gering war. Vielleicht können die vorstehenden Hinweise dazu beitragen, den Amateuren auch für diese beiden Kategorien neue Anregungen zu vermitteln. Enttäuschend war lediglich, daß in der Schulkategorie nicht eine einzige Einsendung vorlag. Es wäre zu wünschen, daß sich dieser Themengestaltung künftig mehr Amateure annehmen, liegt doch gerade auf diesem Gebiet eine große Chance auch im Hinblick auf den Internationalen Wettbewerb.

Abschließend sei mit Dank und Anerkennung vermerkt, daß sich die Mitgliedsfirmen des Fachverbandes Phonotechnik im ZVEI in großer Anzahl ebenfalls um die erfolgreiche Durchführung des NWT 1964 bemühten und eine Fülle von Preisen im Gesamtwert von rund 9000 DM stifteten. Auf die Hauptsieger des Wettbewerbs wurde bereits im Heft 20/1964, S. 723, hingewiesen. *H-e.*

H. J. KOPP

PPP-Endstufe in AB-Betrieb mit 2 × PL 500

Sinusleistung: 15 W • Musikleistung: 18 W • Eingangsspannungsbedarf: 1 V • Dämpfungsfaktor R_L/R_i: 20
Frequenzgang: 20 Hz...90 kHz ± 1,5 dB; 25 Hz...20 kHz ± 0,5 dB
Klirrfaktor (bei 15 W) 30 Hz: 0,5%; 1 kHz: 0,15%; 10 kHz: 0,2%

1. Zur Wahl des Verstärkertyps

Für den technisch interessierten Hi-Fi-Freund mit seinen im allgemeinen nur geringen meßtechnischen Hilfsmitteln ergeben sich bei der Entwicklung und dem Bau eines Hi-Fi-Verstärkers wesentlich andere Gesichtspunkte als bei der Industrie. Einen etwas größeren Aufwand an Material wird er ohne weiteres in Kauf nehmen, wenn er dafür die Gewißheit hat, daß das Gerät die erwarteten Nennwerte praktisch auf Anhieb einhält.

Daher wird auch die Entscheidung, ob der Verstärker transistorisiert oder mit Röhren bestückt sein soll, nicht nur technisch begründet sein können. Transistorisierte Leistungsverstärker können bei 5 bis 25 Ohm Ausgangsimpedanz übertragerlos ausgeführt werden und haben bei Bestückung mit modernen Silizium-Planar-Transistoren Leistungsbandbreiten, die mit Röhrenverstärkern nur unter großen Schwierigkeiten erreichbar sind. Außerdem ist Gleichspannungskopplung über viele (oder sogar alle) Stufen möglich, wodurch sich ein idealer Frequenzgang und kleinste Klirrfaktoren auch bei sehr tiefen Frequenzen ergeben. Trotz dieser Vorteile – sie müssen heute allerdings noch teuer bezahlt werden – ist es jedoch nur dann ratsam, Transistorleistungsverstärker zu entwickeln oder ohne Originalteile nachzubauen, wenn auch die für die Überprüfung des Verstärkers notwendigen Meßgeräte (Tongenerator, Oszillograf und Klirrfaktormeßbrücke) zur Verfügung stehen. Bei Röhrenverstärkern benötigt man dagegen (richtige Dimensionierung der Schaltung und ordnungsgemäßen Aufbau des Verstärkers vorausgesetzt) nur ein Vielfachmeßinstrument zur Überprüfung der Arbeitspunkte.

Ist die Entscheidung zugunsten der Röhrenbestückung gefallen, dann erhebt sich die Frage nach der günstigsten Schaltung. Bei normalen AB- oder B-Gegentakt-Endstufen müssen wegen der wechselstrommäßigen Serienschaltung der beiden Endröhren die Streuinduktivitäten der Primärwicklungen des Ausgangsübertragers sehr klein sein, denn nur dadurch lassen sich die Schaltverzerrungen (switching transients) und damit verbunden die Intermodulationsverzerrungen des Verstärkers niedrig halten.

Für den Selbstbau eignen sich daher besonders die Schaltungen, die mit einem einfach herstellbaren Ausgangsübertrager auskommen. Hierzu gehört beispielsweise die PPP-Endstufe [1, 2, 3]. Auch die „eisenlose Endstufe" [4, 5, 6, 7] ist zu diesen Schaltungen zu zählen, da sie wegen ihrer Ausgangsimpedanz von mehreren hundert Ohm in Hi-Fi-Anlagen Anpassungsübertrager erfordert.

Bei diesen Verstärkern können die Ausgangsübertrager als Spartransformatoren ausgeführt werden, da keine Wicklung auf Anodenspannungspotential liegt. Daher steht der gesamte Wickelraum für diese eine Wicklung zur Verfügung. Innenwiderstand und Streuinduktivität lassen sich dann auch bei großer Induktivität sehr leicht genügend niedrig halten. Wird die Gegenkopplungspannung am heißen Ende (und nicht an einer Anzapfung) abgegriffen, so ist eine sehr starke Gegenkopplung über den gesamten Verstärker möglich, da der Ausgangsübertrager nicht im Gegenkopplungszweig liegt.

Betreibt man die eisenlose Endstufe mit Spar-Ausgangsübertrager, so besteht gegenüber dem PPP-Verstärker nur noch ein Unterschied in bezug auf die Gleichspannungsversorgung der Endröhren. Der Vorteil, daß die eisenlose Endstufe nur ein Netzteil benötigt, ist gleichzeitig ein Nachteil dieser Schaltung: die schwierige Schirmgitterspannungsversorgung. Wird die Schirmgitterspannung über ohmsche Vorwiderstände zugeführt [5, 6], so sinkt die Ausgangsleistung, und der Verstärker wird „weich". Um das zu vermeiden, sind zwei NF-Drosseln [7] notwendig. Bei Mittelpunktserdung des Netzteils [4] läßt sich allerdings eine Drossel einsparen. Die Schirmgitterspannung kann direkt aus den Netzteilen entnommen werden, wenn man jeder Endröhre ein eigenes zuordnet (single ended PP-Endstufe) [2]. Der Unterschied gegenüber der PPP-Endstufe mit in Anodenbasisschaltung betriebenen Endröhren besteht dann nur noch darin, daß bei der eisenlosen Endstufe eine Röhre in Anodenbasisschaltung, die andere dagegen in Katodenbasisschaltung arbeitet. Wechselstrommäßig liegen jedoch jeweils beide Röhren gegenphasig parallel. Daher ist die Anpassungsimpedanz bei beiden Verstärkertypen nur 25 % der einer normalen Gegentakt-Endstufe.

2. Zur Wahl der Endröhren

Für den Verstärker wurde als Endröhrentyp die PL 500 gewählt, die in der 6,3-V-Ausführung EL 500 auch häufig in Verstärkern mit 30 ... 50 W Ausgangsleistung eingesetzt wird [8, 9, 10] und sich durch große Katodenergiebigkeit ($I_{k\,max}$ = 250 mA), niedrige notwendige Schirmgitterspannung (zum Beispiel 170 V) und große Steilheit auszeichnet. Wegen der verhältnismäßig kleinen zulässigen Anodenverlustleistung (12 ... 15 W, je nach Schirmgitterbelastung) wird die (äquivalente) EL 500 in den erwähnten Leistungsverstärkern im B-Arbeitspunkt betrieben, was jedoch einen größeren Klirrfaktor als bei AB-Einstellung zur Folge hat.

Die Ausgangsleistung wurde daher hier auf etwa 15 W Sinusleistung begrenzt. Dadurch ist ohne Überschreitung der zulässigen Anodenverlustleistung[1]) AB-Betrieb möglich (Versorgungsspannung dabei rund 165 V). 15 W je Kanal dürften auch bei Verwendung der heute üblichen geschlossenen Lautsprecherboxen in normalen Wohnräumen völlig ausreichen [11].

3. Schaltung des Verstärkers

Bild 1 zeigt die Schaltung des Verstärkers. Die Betriebsspannung wird wie üblich mit Einweggleichrichterschaltungen erzeugt. Als Gleichrichter werden Siliziumdioden 0414 (*Eberle*) eingesetzt, um einen niedrigen Innenwiderstand der Netzteile zu gewährleisten. Wenn man keinen größeren Netztransformator als vorgeschlagen (M 85a) verwendet, sind Schutzwiderstände zur Einschaltstrombegrenzung nicht erforderlich. Wegen des hohen Spitzenstroms der PL 500 bei voller Ausgangsleistung sollte der Ladekondensator jedoch jeweils nicht kleiner als 200 µF sein.

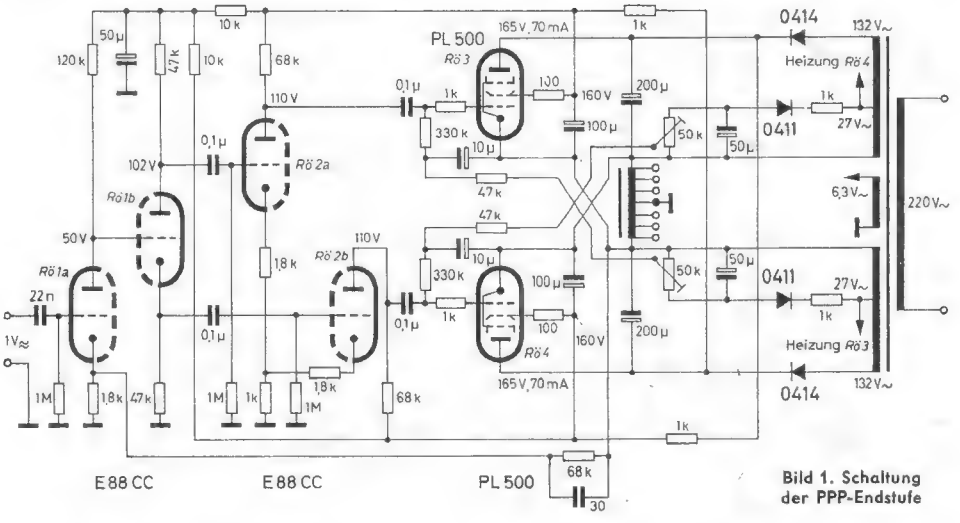


Bild 1. Schaltung der PPP-Endstufe

Die Endröhren *Rö 3* und *Rö 4* werden mit fester Gittervorspannung betrieben. Das ist vorteilhaft für die Leistungsbilanz, da hierbei die sonst an dem gemeinsamen Katodenwiderstand auftretende Verlustleistung nicht vom Netztransformator aufgebracht werden muß. Außerdem läßt sich beim PPP-Verstärker eine gemeinsame Katodenkombination nicht einsetzen, sondern jede Röhre benötigt eine eigene. Die Überbrückungskondensatoren müßten dann besonders groß sein.

---

1) Vergleicht man Anodenfläche und Kolbenvolumen der PL 500 mit denen ähnlicher Röhren (zum Beispiel EL 34), so läßt sich vermuten, daß im Kraftverstärkerbetrieb ohne wesentliche Einbuße an Lebensdauererwartung 20 W Verlustleistung zulässig sind, da gegenüber dem Einsatz in Zeilen-Endstufen beim Endverstärkerbetrieb erleichterte Arbeitsbedingungen (niedrige Anodenspannung) vorliegen.

Spezielle Wicklungen für die Gittervorspannungen sind nicht notwendig; sie können jeweils aus einer Anzapfung der Anodenwicklung gewonnen werden. Ein besonderer Vorteil ergibt sich beim Einsatz der PL 500 gegenüber der EL 500, da man für Gittervorspannung und Heizspannung dieselbe Anzapfung (27 $V_{\sim}$, die negative Gittervorspannung liegt bei etwa 26 V) benutzen kann. Der dadurch eingesparte Wickelraum läßt sich für die Anodenspannungswicklungen ausnutzen. Durch diese Maßnahmen wurde der geringe Unterschied zwischen Sinus- und Musikleistung erreicht.

Bei der niedrigen Anodenspannung des Verstärkers (etwa 165 V) muß die Dimensionierung der Vorstufen sehr sorgfältig erfolgen. Die Anodenspannung der Treiberröhre wird in üblicher Weise am Schirmgitter der jeweiligen Endröhre abgenommen und durch diese Mitkopplung die erforderliche Anodenwechselspannung der Treiberröhre auf die Höhe der Gitterwechselspannung der Endröhre herabgesetzt (dabei arbeiten die Endröhren nur noch scheinbar in Anodenbasisschaltung, tatsächlich sind sie – entgegen der üblichen Auffassung – nicht gegengekoppelt). Die Gitterwechselspannung beträgt aber dennoch etwa 26 V_s. Wegen der niedrigen Anodenspannung und des hohen Wechselspannungsbedarfs kann die Phasenumkehr auch nicht in der letzten Stufe erfolgen. Die Vorstufen sind mit der E 88 CC bestückt, die sich für niedrige Versorgungsspannungen besonders gut eignet. Die Treiberröhre muß nämlich bei rund 34 V Anodenspannung (Ruhegleichspannung 110 V abzüglich 50 V Ausgangs- und 26 V Gitterscheitelspannung) ohne Aussteuerung bis ins Gitterstromgebiet noch etwa 0,4 mA Anodenstrom führen.

Vor- und Phasenumkehrstufe sind galvanisch gekoppelt. Auf diese Weise wurde die Anzahl der *RC*-Kopplungen im Verstärkerzug auf zwei herabgesetzt. Ohne diese Maßnahme wäre eine Gegenkopplung von mehr als 30 dB über den Verstärker nicht möglich; er würde bei tiefen Frequenzen schwingen.

Als Netztransformator reicht ein M 85a-Typ aus. Er wird mit seiner Nennlast nur bei Vollaussteuerung belastet. Die Wickeldaten sind in Tab. I zusammengestellt (Wickelschema s. Bild 2). Beim Ausgangsübertrager ist es zweckmäßig, einen M 85b-Typ zu verwenden. Mit den in Tab. II angegebenen Wickeldaten (Wickelschema s. Bild 3) bleibt dann die Induktion bei 30 Hz und Vollaussteuerung unter 5000 G. Nur auf diese Weise ließ sich mit Dyn.-Bl. IV bei 30 Hz ein Klirrfaktor von 0,5 % erreichen.

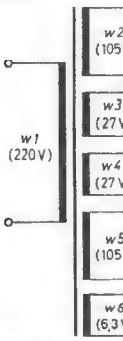


Bild 2. Wickelschema Netztransformator

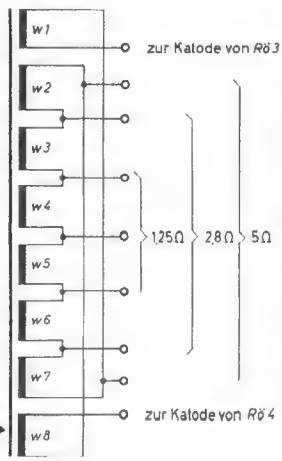


Bild 3. Wickelschema Ausgangsübertrager ▶

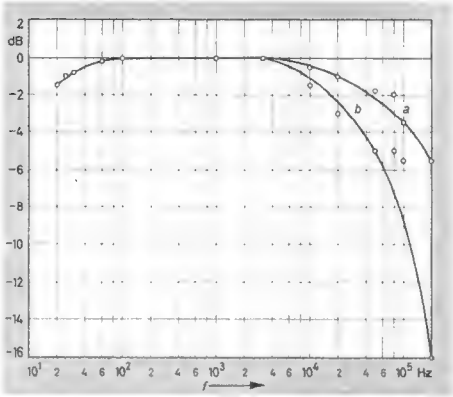


Bild 4. Frequenzgang des Verstärkers. *a* volle Wicklung unbelastet oder belastet, Anzapfung unbelastet; *b* Anzapfung belastet, Übertrager 1 × verschachtelt

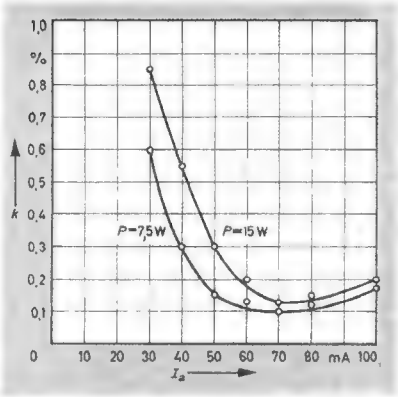


Bild 5. Klirrfaktor *k* bei 1 kHz als Funktion des Anodenruhestroms I_a je Endröhrensystem

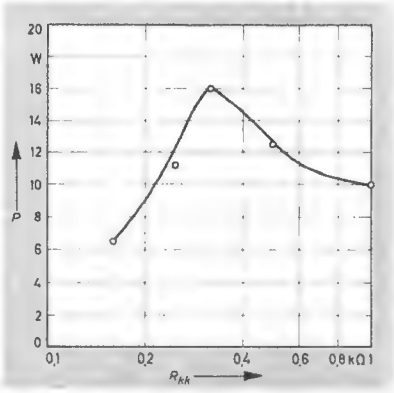


Bild 6. Ausgangsleistung *P* in Abhängigkeit vom Lastwiderstand R_{kk}; $k = 0{,}2\%$, $I_a = 2 \times 70$ mA

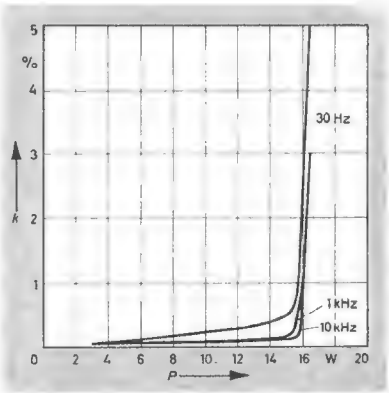


Bild 7. Klirrfaktor *k* als Funktion der Ausgangsleistung *P*; $R_L = 320$ Ohm, $I_a = 2 \times 70$ mA

4. Meßdaten

Die Kurve *a* im Bild 4 stellt den Frequenzgang des Verstärkers dar, gemessen an der vollen Wicklung des Ausgangsübertragers. Lasteinfluß ist dabei nicht feststellbar. Der Frequenzgang unter Last an einer niederohmigen Anzapfung des Übertragers (Kurve *b*) hängt davon ab, welcher Aufwand bei der Verschachtelung getrieben wurde. Einmalige Verschachtelung stellt das Minimum dar, ist aber schon bis 100 kHz brauchbar.

Bild 5 zeigt den Klirrfaktor bei 1000 Hz in Abhängigkeit vom Arbeitspunkt der Endröhren für 7,5 und 15 W Ausgangsleistung. Bei 70 mA Anodenruhestrom je Endröhre ist deutlich ein Klirrfaktorminimum zu erkennen. Der Lastwiderstand war dabei nach Bild 6 optimal gewählt.

Aus dem Kennlinienfeld der PL 500 für 170 V Schirmgitterspannung läßt sich entnehmen, daß etwa 300 Ohm Lastwiderstand am günstigsten sind. Die Messungen ergaben 320 Ohm als Optimalwert (Bild 6). Überanpassung ist unkritisch.

Im Bild 7 ist der Klirrfaktor als Funktion der Ausgangsleistung für optimalen Lastwiderstand und optimalen Anodenruhestrom dargestellt. Bemerkenswert ist der starke Anstieg des Klirrfaktors bei 16 W Ausgangsleistung. Er wird durch Gitterstromeinsatz der Endröhren hervorgerufen und ist wegen der festen Gittervorspannung so ausgeprägt. Überprüft wurde auch, wie stark sich der Klirrfaktor bei Röhrenexemplarstreuungen ändert. Dabei ergaben sich vernachlässigbare Schwankungen, wenn die Röhren paarweise, und zwar nach Anodenstromübereinstimmung bei Vollaussteuerung, ausgesucht wurden.

Tab. I. Wickeldaten des Netztransformators

Kern:	M 85a	Dyn.-Bl. IV × 0,35
w 1:	950 Wdg.	0,4 mm CuL
w 2, w 5:	445 Wdg.	0,3 mm CuL
w 3, w 4:	120 Wdg.	0,4 mm CuL
w 6:	28 Wdg.	0,6 mm CuL

Tab. II. Wickeldaten des Ausgangsübertragers

Kern:	M 85b	Dyn.-Bl. IV × 0,35
w 1, w 8:	550 Wdg.	0,4 mm CuL
w 2, w 7:	22 Wdg.	0,8 mm CuL
w 3, w 6:	17 Wdg.	0,8 mm CuL
w 4, w 5:	39 Wdg.	0,8 mm CuL

Schrifttum

[1] Diefenbach, W. W.: 15-Watt-Mischverstärker mit PPP-Endstufe „Diwefon 1557". Funk-Techn. Bd. 12 (1957) Nr. 22, S. 756–758

[2] Taeger, W.: Röhren-Endverstärker für Musikwiedergabe · Die PPP-Endstufe. Funk-Techn. Bd. 16 (1961) Nr. 12, S. 435 bis 436

[3] 35 W PPP-Verstärker mit 2 × EL 34. Valvo-Brief (1961) Nr. 5

[4] Aschermann, W.: Transformatorlose Gegentaktschaltung. Funk-Techn. Bd. 11 (1956) Nr. 9, S. 240–244

[5] Diefenbach, W. W.: Mischverstärker mit eisenloser Endstufe. Funk-Techn. Bd. 12 (1957) Nr. 8, S. 245–246

[6] Eisenlose Endstufe mit 2 Röhren E 130 L. Valvo-Brief (1961) Nr. 4

[7] „AG 9014" – Ein Stereo-Verstärker in Hi-Fi-Technik. Funk-Techn. Bd. 16 (1961) Nr. 8, S. 242–244

[8] Hagenah, H.-G.: Stereo-Wiedergabeverstärker „HSV 60". Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 5, S. 138–140

[9] Hi-Fi-Technik in Deutschland (II). Funk-Techn. Bd. 17 (1962) Nr. 19, S. 643–646

[10] Gutschmidt, F.: Hi-Fi-Stereo-Verstärker „VS 71". Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 1, S. 10–13

[11] Aschinger, E.: Eine Stereo-Anlage für hohe Ansprüche · Der Endverstärker. Funk-Techn. Bd. 19 (1964) Nr. 11, S. 406 bis 407

W. SCHULZ

Die Erzeugung und Anwendung kohärenter Tonfrequenzimpulse

DK 621.317:538.56.029.4.018.756

1. Impulsspektrum

Zu den zahlreichen anglo-amerikanischen Fachbezeichnungen, die bislang auf elektrotechnischem Gebiet das deutsche Begriffsinventar bereichert haben, scheint sich ein neuer Terminus hinzuzugesellen: der des „tone-burst" oder — in einer gewagten Eindeutschung — des „Tonbursts". Ein Tonburst besteht, wie es die gemeinsame Wurzel in „bersten — burst" andeutet, aus einem scharf begrenzten Tonfrequenzimpuls mit grundsätzlich beliebiger, meist jedoch rechteckförmiger Umhüllenden. Man kann sich den Tonburst einfach entstanden denken durch plötzliches Ein- und Ausschalten eines periodischen Schwingvorgangs. Sein Zeitablauf ist daher, wie Bild 1 zeigt, recht unkompliziert, nicht jedoch seine Frequenzstruktur.

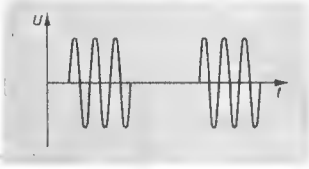


Bild 1. Zeitfunktion eines rechteckförmigen Tonbursts

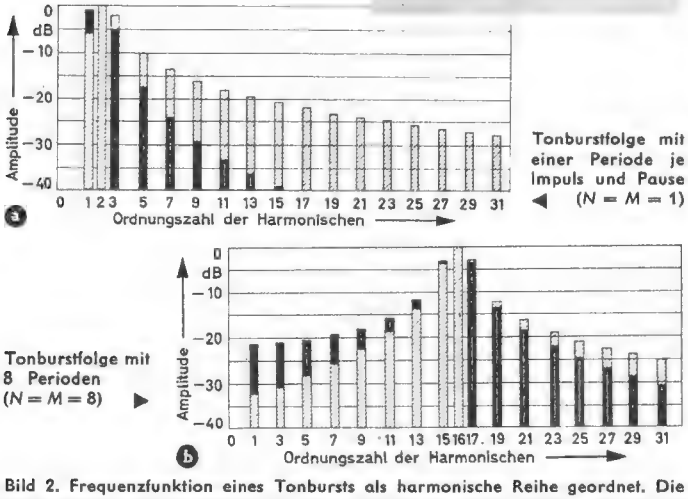


Bild 2. Frequenzfunktion eines Tonbursts als harmonische Reihe geordnet. Die ausgezogenen Balken entsprechen dem Schalten im Nulldurchgang, die schraffierten Balken entsprechen dagegen dem Schalten im Scheitelwert

Systemtheoretische Betrachtungen zeigen, daß alle gleichförmigen, unendlich lange andauernden Schwingvorgänge ein Spektrum mit diskreter Energieverteilung haben, die man als einzelne Linien über der Frequenzachse darstellen kann. Im einfachsten Falle der stationären Sinusschwingung gelingt das mit einer Einzellinie auf der Marke ihrer Grundfrequenz. Doch bei Vorgängen, welche Übergangsfunktionen enthalten, also Amplituden- und Phasenänderungen über der Zeit, verdichtet sich das Linienraster zu einem Bandenspektrum mit kontinuierlich verteilter Energie. Bei Vorgängen, die zusätzlich der Spaltfunktion gehorchen (Abtasten von Informationsspeichern), finden sich auch Nullstellen und Pole auf der Frequenzachse. Doch ist diese Unterteilung in Linien- und Bandenspektrum idealtypisch, denn in der Praxis, die einen unendlich lange dauernden Schwingungsvorgang ebensowenig kennt wie einen reinen Sinuston, stellen sich stets Übergänge zwischen beiden Extremen ein. Trotzdem bietet die Liniendarstellung, etwa als Fourierreihe, eine willkommene und ausreichende Anschauung.

Der Spannungsverlauf einer Tonburstfolge genügt der Funktion

$$u(t) = \sum_n a_n \left\{ \begin{matrix} \sin \\ \cos \end{matrix} \right\} \frac{2\pi n t}{(N+M)\cdot T}. \qquad (1)$$

Darin ist n die Ordnungszahl der Harmonischen, N die Anzahl der Perioden je Tonimpuls, M die Anzahl der Perioden während der Pausen zwischen den Impulsen und T die Periodendauer der geschalteten Schwingung.

Die Fourierreihe besteht aus Sinussummanden, wenn im Nulldurchgang, nur aus Cosinussummanden, wenn jeweils im Scheitelpunkt geschaltet wird. Die Fourierkoeffizienten a_n haben die Form

$$a_n = U \cdot \frac{N}{N+M} \left(\frac{\sin x}{x} \pm \frac{\sin y}{y} \right) \qquad (2)$$

mit

$$x = 2N\left(\frac{n}{N+M} - 1\right)\frac{\pi}{2} \text{ und } y = 2N\left(\frac{n}{N+M} + 1\right)\frac{\pi}{2}.$$

Darin ist U die Amplitude der geschalteten Frequenz und n wiederum die Ordnungszahl der Harmonischen. Das Vorzeichen des zweiten Summanden in Gl. (2) ist ebenfalls durch den Schaltzeitpunkt bestimmt. Berechnet man die einzelnen Summanden und überträgt sie in ein Frequenzdiagramm, so entsteht Bild 2. Man erkennt, daß die spektrale Struktur der Tonburstfolge in starkem Maße abhängig ist von der Periodenzahl innerhalb der Ein- und Ausschaltzeiten und — nicht ganz so stark — davon, ob die Unstetigkeit jeweils im Nulldurchgang oder beim Spitzenwert auftritt. Die Phasenbeziehungen der Teilkomponenten, in der vereinfachten harmonischen Fourieranalyse meist vernachlässigt, machen sich hier besonders stark bemerkbar.

2. Voraussetzungen für ein kohärentes Signal

Die beschriebene Formempfindlichkeit der Tonbursts erfordert, sollen sie zu Meßzwecken verwendbar sein, ganz bestimmte Stabilisierungsmaßnahmen. Im Prinzip könnte auch ein mechanischer Schalter, in den Ausgang eines Tongenerators gesetzt und durch Zeitgeber gesteuert, die gewünschte „Modulation" der Tonfrequenz bewirken. Verschiedene Tongeneratoren haben diese Einrichtung. Doch erstens bereitet es Schwierigkeiten, einen völlig knackfreien Schalter zu bauen (der Schaltknack würde neue, unkontrollierte Störspektren liefern), zweitens sind Anstiegs- und Abfallzeiten nicht kurz genug (Größenordnung 10 ms), und drittens, wohl das wichtigste Gegenargument, ist der Schaltaugenblick innerhalb einer Schwingungsphase völlig ungewiß — damit aber auch das entstehende Spektrum.

Diese Schwierigkeiten begründen die Konstruktion eines Tonburst-Generators mit einem elektronischen Gatter, das aus einem periodischen Vorgang eine Reihe amplitudentreuer und phasenstarrer (also kohärenter) Impulse isoliert. Die Länge der Impulse und Impulspausen soll bei exakter Reproduzierbarkeit in weiten Grenzen und unabhängig voneinander regelbar sein. Ein Steuerausgang soll außerdem die Synchronisation von Zusatzgeräten (oszillografische Registrierung) ermöglichen. Amplitudenkonstanz und Klirrfaktorfreiheit kann man dabei als selbstverständlich voraussetzen.

Bild 3. Ansicht des Tonburst-Generators „1396-A" der *General Radio Comp.* (Vertrieb in Deutschland: *Dr.-Ing. Nüsslein*, 2000 Wedell)

Die Lösung führt auf schnell kippende Torschaltungen und exakt zählende Schieberegister, also auf logische Verknüpfungsglieder, wie sie aus der Rechenmaschinentechnik bekannt sind. Als Beispiel ist im folgenden der Tonburst-Generator „1396-A" der *General Radio Comp.* (Bild 3) beschrieben.

3. Aufbau des Tonburst-Generators „1396-A"

Bild 4 zeigt das Blockschaltbild des Generators. Ausgehend von der Eingangsklemme erkennt man zwei Wege für das Signal: die Zeitgeberschaltung mit verschiedenen Regelkreisen und den vom Hauptgatter gesteuerten „Programmkanal". Ist das Hauptgatter aufgetastet, erscheint am Ausgang ein dem Eingangssignal entsprechender Spannungsverlauf. Die Schaltkriterien für den Tonburst und der Tonburst selbst werden aus demselben Eingangssignal gewonnen.

3.1. Zeitgeberschaltung

Im Zeitgebertrakt normiert ein Symmetrierverstärker (Gegentakt) Pegel und Polarität des Eingangs und bewirkt die rückwirkungsfreie Trennung vom Programmweg. Daran schließt sich ein Schmitt-Trigger an; seine Aufgabe als Amplitudendiskriminator ist es, die kontinuierlich verlaufende Signalschwingung zu quantisieren. Der Schmitt-Trigger gibt in jedem Zyklus der Signalschwingung einen Impuls ab; sie wird damit binär codiert.

Das folgende Seriengatter hat eine spezielle Funktion. Im normalen, selbstsynchronisierten Betrieb ist es ständig geöffnet. Gebraucht wird es, wenn das Hauptgatter extern gesteuert sein soll.

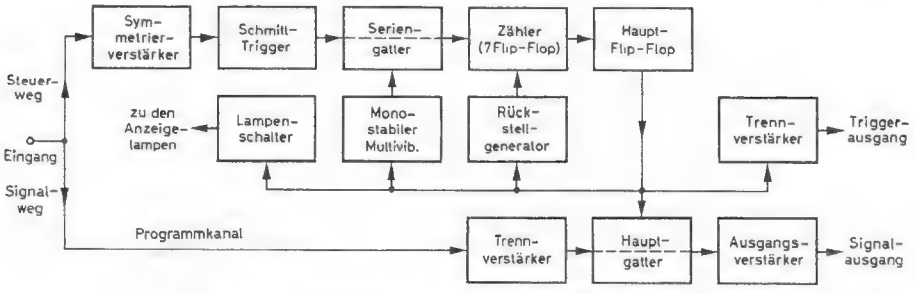


Bild 4. Blockschaltbild des Tonburst-Generators „1396-A"

Eines der wichtigsten Schaltglieder ist der Binärzähler. Er besteht aus sieben Flip-Flop, die zu einer Kaskade vereinigt sind. Jeder Impuls des Schmitt-Triggers wird hier gespeichert, bis bei einer willkürlich einstellbaren Impulsanzahl ein kurzer Ausgangsimpuls an den nachgeschalteten Haupt-Flip-Flop abgegeben wird. Das erfolgt entweder nach 2, 4, 8, 16, 32, 64 oder 128 Perioden beziehungsweise (mit einem Umschalter wählbar) nach 1, 3, 7, 15, 31, 63 oder 127 Perioden.

Der Haupt-Flip-Flop steuert seinerseits das Hauptgatter im Programmweg. Ein erster Impuls des Haupt-Flip-Flop (nach einer der genannten Periodenzahlen) bewirkt das Öffnen, ein zweiter (nach einer weiteren, von der ersten unabhängigen Periodenzahl des Eingangssignals) das Schließen des Hauptgatters. Das Rückstellen der Kippglieder bewirkt ein besonderer Rückstellgenerator, der nach jedem Schaltgang des Haupt-Flip-Flop den Zähler löscht.

Es besteht aber auch die Möglichkeit, das Hauptgatter ständig durchgeschaltet zu betreiben, was sich beim Einmessen von Prüflingen bewähren kann. Das geschieht einfach durch Unterdrücken der Steuerimpulse vor dem Haupt-Flip-Flop. Ebenso kann auch die Schließzeit des Hauptgatters willkürlich verlängert werden, und zwar bis zu 10 s. Diese Aufgabe hat das bereits erwähnte Seriengatter vor dem Binärzähler. Ein monostabiler Multivibrator steuert es in diesem Falle so, daß der Binärzähler nicht starten kann. Nach Ablauf der eingestellten Schließzeit fällt die monostabile Stufe in ihren stabilen Zustand zurück, und die nächsten zwei Signalimpulse öffnen wieder den Signalweg über die beschriebenen Steuerkreise. Beim normalen Impulsbetrieb ist der monostabile Multivibrator abgetrennt und verharrt in der stabilen Lage; das Seriengatter ist dann geöffnet.

Beim oszillografischen Auswerten von Meßergebnissen hilft der Triggerausgang des Tonburst-Generators, denn er liefert bei jedem Umschalten des Haupt-Flip-Flop einen Synchronisierimpuls, der sich noch beliebig verformen läßt. Auch der Triggerausgang ist über einen Trennverstärker angekoppelt. Zwei Signallampen, ebenfalls vom Haupt-Flip-Flop gesteuert, zeigen den jeweiligen Zustand des Hauptgatters an und bilden eine angenehme Orientierungshilfe.

3.2. Programmkanal

Der Schaltungsweg für das gesteuerte Signal (Programmkanal) bietet keine Besonderheiten. An den Eingangstrennverstärker reiht sich das Hauptgatter. Es besteht im Prinzip aus einem zum Ausgang parallelen Transistor (Shunt-Betrieb), dessen Basis vom Zeitgeber angesteuert wird. Ein gegengekoppelter Ausgangsverstärker kompensiert den Pegelverlust der Schaltung und hat einen Ausgangswiderstand von etwa 600 Ohm.

Der Tonburst-Generator „1396-A" ist in allen Stufen mit Transistoren bestückt, die mit den anderen Bauelementen auf geätzten Leiterplatten montiert sind.

4. Anwendungsmöglichkeiten

Bevor näher auf einige Anwendungsbeispiele eingegangen wird, seien zur besseren Kennzeichnung der Geräteeigenschaften einige technische Daten genannt.

Der Frequenzumfang des Signalweges überstreicht 0...500 kHz; bei einem Eingangswiderstand von 10 kOhm sind zur Vollaussteuerung ± 7 V erforderlich. Die Zeitgeberkette kann ebenfalls Frequenzen bis herauf zu 500 kHz verarbeiten, sie schaltet noch bei 1 V Eingangsspannung, die Aussteuerungsgrenze liegt bei ± 10 V. Der Triggerpegel läßt sich zwischen —7 und +7 V beliebig festlegen. Übrigens ist die Sinusform des Eingangssignals nicht unbedingt vor-

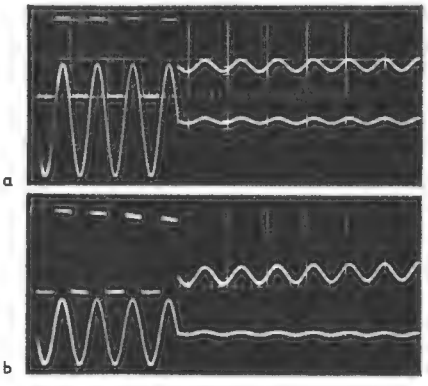


Bild 5. Belastungskennlinien eines übersteuerten Verstärkers. Die durchgehende untere Linie zeigt die Eingangsspannung, die obere abgekappte Sinuslinie die Ausgangsspannung (Meßfrequenz 1 kHz, 4 Perioden); a) der Verstärker zeigt bei einer vierfach überhöhten Eingangsspannung fast keinen Spannungsabfall während der Überlastungszeit; b) die Ausgangsspannung des Verstärkers sinkt bei sechsfacher Übersteuerung (anderer Maßstab) ab

ausgesetzt; auch Rechteckwellen, sogar Rauschspannungen lassen sich einspeisen. Öffnungs- und Schließzeiten des Gatters sind, wie bereits erwähnt, unabhängig voneinander zwischen 2 und 128 Perioden des Eingangs- beziehungsweise Triggersignals kalibriert. Die Gattersperrzeit kann außerdem bis auf 10 s verlängert werden. Beim Maximum der Ausgangsspannung von ± 7 V ist für die gesamten nichtlinearen Verzerrungen ein Störabstand von 60 dB genannt, gemessen bei 1 kHz und 10 kHz. Die Schaltstöße liegen 40 dB unter dem Signal. Bei geschlossenem Gatter gibt der Generator auch bei Vollaussteuerung weniger als 140 mV Ausgangsspannung ab; das entspricht einer Sperrdämpfung von 40 dB.

4.1. Prüfung von Verstärkern

Das Verfahren, den Frequenzgang von Verstärkern mit Hilfe von genau definierten Rechteckschwingungen zu messen, hat sich als außerordentlich brauchbar erwiesen. Mit Tonimpulsen verschiedener Länge läßt sich aber auch das Übersteuerverhalten untersuchen. Kurzzeitige Spitzenbelastungen werden von den meisten Verstärkern, sofern ihre Stromversorgung gut dimensioniert ist, anstandslos aufgefangen. Entscheidend ist aber die Erholungszeit bei längerer Überlast. Bild 5 zeigt zwei verschiedene Amplitudengänge eines Verstärkers, wobei zum Vergleich Eingangs- und Ausgangsspannung dargestellt sind. Um auch bei geschlossenem Gatter ein (kleineres) Eingangssignal für den zu untersuchenden Verstärker zu haben, sind Eingang und Ausgang des Tonburst-Generators bei dieser Untersuchung mit einem einstellbaren Widerstand überbrückt.

Die nichtlinearen Verzerrungen wachsen beim Überschreiten der Aussteuergrenze sehr rasch an. Es hat sich eingebürgert, die kurzzeitige Spitzenleistung eines Tonfrequenzverstärkers als music power (Musikleistung) zu bezeichnen, trotz der nicht genau definierten Zeit, während der sie abgegeben werden kann, und obwohl der dabei zugelassene Klirrfaktor in amerikanischen Meßvorschriften recht unterschiedlich definiert ist. Tonbursts erlauben es, die Musikleistung zu

messen, indem sie vor und nach dem Passieren der Endstufe oszillografiert, verglichen und auf ihre Klirranteile hin analysiert werden. Auf ähnliche Weise lassen sich auch Verzerrungen sowie Einschwingvorgänge bei Lautsprechern und Filtern untersuchen.

4.2. Prüfung von Gleichrichtermeßgeräten

Das Einschwingverhalten von Wechselspannungsmessern ist bestimmt durch die Charakteristik des vorgeschalteten Gleichrichternetzwerks bei verschiedenen Meßfrequenzen. Bild 6b zeigt eine typische Einschwingkurve derartiger Systeme und als Vergleich dazu den zur Messung verwendeten Tonburst (Bild 6a).

Recht elegant ist die Methode, mit Hilfe des Tonburst-Generators das dynamische Verhalten von Aussteuerungsmessern zu beurteilen. Um die Einschwingkurve eines Volumenmessers aufzunehmen, wird das zu prüfende Instrument mit 128periodigen Tonbursts geeigneter Frequenz so beaufschlagt, daß es jeweils seinen Skalenendwert erreicht, in den Pausen dagegen in die Nullage zurückschwingen kann. Ein Stroboskop, über eine Verzögerungsschaltung betätigt, vermag dann jede beliebige Ausschlagphase als Funktion der bis dahin verstrichenen Zeit festzuhalten. Aus den vorgegebenen Parametern (Signalfrequenz, Verzögerungszeit des Ableseblitzes) und der Meßgröße (Ausschlag in Skalenteilen) erhält man die Integrationszeit des Instruments (Bild 7).

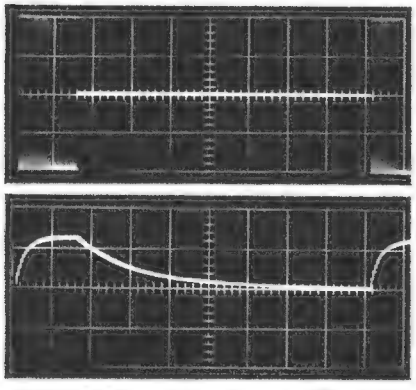


Bild 6. Untersuchung von Meßgeräten mit Gleichrichternetzwerken; a) Tonburst vor einem Gleichrichternetzwerk großer Einschwingzeitkonstante (32 Perioden je Impuls, 10 kHz); b) nach dem Passieren des Gleichrichters

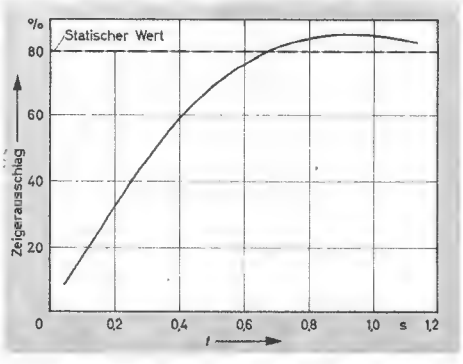


Bild 7. Einschwingcharakteristik eines Aussteuerungsmessers (Volumenmesser)

4.3. Anwendungen in der Akustik und Elektroakustik

Alle Messungen an elektroakustischen Wandlern ebenso wie an Übertragungsräumen sind mehr oder minder durch Resonanz- oder Echoeinflüsse gestört. Andererseits ist die Nachhallcharakteristik, etwa eines Vortragssaales, entscheidend für die Qualität akustischer Darbietungen. In einfacher Weise wird die Nachhallzeit durch Abfeuern eines Pistolenschusses und Beobachten des Schalldruckabfalls während der Meßzeit gewonnen. Auch Wellenanregung des Raumes ist gebräuchlich. Selbst hier kann die Tonburst-Methode Vorteile haben, denn nach neuesten amerikanischen Untersuchungen [1, 2] scheint die Nachhallzeit eines Raumes in charakteristischer Weise von Anregungszeit und -art abhängig zu sein. Abgesehen davon kann der automatisierte Ablauf der Impulsfolge aber auch die Meßarbeit erleichtern. Nur dürfte anzuraten sein, da das Wobbeln der Signalfrequenz hier nicht möglich ist, farbiges Rauschen, etwa in Terzbandbreite, anzuwenden. Im Bild 8 ist die Meßanordnung skizziert.

Besonders diffizil ist die Messung der Übertragungsgrößen von Wandlersystemen. Die Eichung von Meßmikrofonen, Lautsprechern, Hydrofonen sowie Geschwindigkeits- und Beschleunigungsaufnehmern gehört hierher. Wandler werden entweder im diffusen Schallfeld (echofrei) oder im Hallraum geeicht, je nachdem, welchem Betriebszweck sie zugedacht sind. Den Einfluß der Echogrößen zu bestimmen, ist das schwierigste an diesen Verfahren. Hier kann sich die Tonburst-Methode bewähren, denn sie erlaubt es, Test- und Echoimpulse zu trennen, und das erhöht die Genauigkeit der aufgezeichneten Frequenzkennlinien.

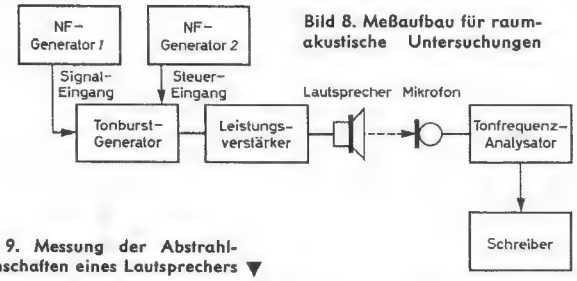
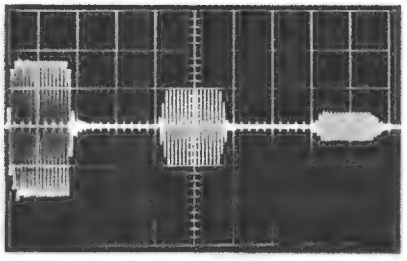


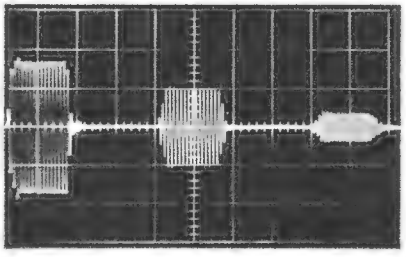
Bild 8. Meßaufbau für raumakustische Untersuchungen

Bild 9. Messung der Abstrahleigenschaften eines Lautsprechers

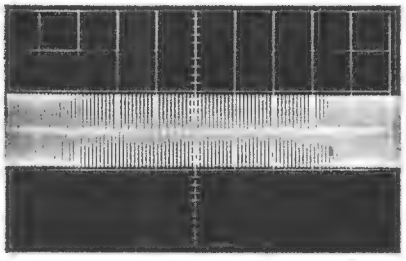
Von links nach rechts: Direkt übertragener Impuls, erste Reflexion, zweite Reflexion; Meßfrequenz 2,95 kHz



Die gleichen Impulsformen bei einer auf 3 kHz erhöhten Frequenz



Dauertonmessung bei einer Frequenz von 2,95 kHz



Dauertonmessung bei 3 kHz; infolge Ausbildung stehender Wellen ist die Frequenzcharakteristik des Prüflings nicht erkennbar

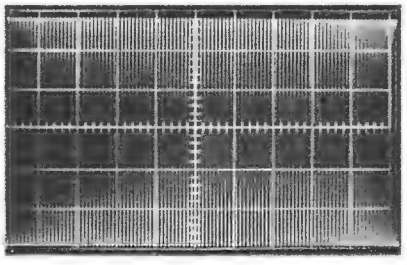


Bild 9 zeigt die Abstrahleigenschaften eines Lautsprechers, einmal fehlerfrei mittels Tonimpulsmessung, das zweite Mal durch Echowirkungen verfälscht. Der Meßaufbau besteht aus zwei gleichen Lautsprechern, die beide in der Stirnwand eines geschlossenen, etwa 2,5 m langen Rohres montiert sind. Einer der Lautsprecher wird sodann mit Tonimpulsen betrieben, die über die Luftstrecke (sowohl direkt als auch nach Reflexion am Rohrende) den anderen Lautsprecher anregen. Dessen Ausgangsspannung wird oszillografiert. Bild 9a zeigt das reflektierte Signal bei einer Frequenz von 2,95 kHz, Bild 9b bei 3 kHz. Es ist kein Unterschied feststellbar.

Die gleiche Messung, mit Dauertönen von 2,95 und 3 kHz wiederholt (Bilder 9b und 9c), erbringt den Nachweis stehender Wellen im Rohr, denn die vom zweiten Lautsprecher aufgenommenen Signalamplituden sind ungeachtet der doch relativ dicht benachbarten Frequenzen stark unterschiedlich. Amplitudenerhöhung tritt ein, wenn die Phasenverhältnisse eine Addition von direktem und reflektiertem Anteil zulassen, Erniedrigung im umgekehrten Falle. Hier sind die Resonanzbedingungen noch mit bescheidenem Aufwand zu kontrollieren — in größeren Räumen werden sie aber schnell unübersichtlich, so daß die Tonburst-Methode dabei vorteilhaft anzuwenden ist.

Zum Schluß sei noch ein besonders raffiniert ausgeklügeltes Eichverfahren genannt: Jeder echte Wandler, das heißt jeder Energieumsetzer mit reversiblem Arbeitsprinzip, kann geeicht werden, ohne daß ein Normal zum Vergleich nötig wäre. Lediglich eine total reflektierende Rückwurffläche ist erforderlich. Sie wird in der Nähe des Wandlers angeordnet. Die sonst störenden Echos sind hier geradezu erwünscht, und sie dienen als Grundlage des Verfahrens.

Zunächst arbeitet der Prüfling als akustischer Strahler und sendet einen Tonburst gegen die spiegelnde Fläche. Den entsprechend zeitverzögerten Rückstrahlimpuls nimmt er dann (diesmal als Empfänger) wieder auf. Beide Eichgrößen, Strahler- und Empfängerempfindlichkeit, sind dann dem Quotienten aus Empfängerleerlaufspannung und Strahlerstrom proportional. In den Proportionalitätsfaktor gehen Reflektorabstand, Meßfrequenz und andere Schallfeldparameter ein. Die Leerlaufspannung muß selbstverständlich in kompensierender Schaltung (Kompensationsvoltmeter) gemessen werden.

Der erwähnte Spannungs-Strom-Quotient wird auch als „Reflexions-Impedanz" bezeichnet. Setzt man die gleiche Genauigkeit voraus wie bei der herkömmlichen Zwei-Wandler-Methode, so läßt sich die selbstbezügliche Eichung ohne den Vergleich mit bekannten Standards in wesentlich kleineren Meßkammern vornehmen.

Schrifttum

[1] Schultz, T. J.: Problems in the measurement of reverberation time. J. audio Engineering Soc. (1963) Nr. 10

[2] Schultz, T. J., u. Watters, B. G.: Propagation of sound across audience seating. J. acoust. Soc. Amer. Bd. 36 (1964) Nr. 5, S.885-896

[3] Operating instructions „Type 1396 A tone-burst generator", *General Radio Comp.*

12. Jahrestagung der Fernseh-Technischen Gesellschaft

Die Fernseh-Technische Gesellschaft hielt ihre diesjährige Jahrestagung vom 21.—25. September 1964 in Hamburg ab. Den etwa 600 Teilnehmern wurden 42 Fachvorträge aus allen Gebieten der Fernsehtechnik geboten. Einige besonders interessante Themen sollen nachstehend kurz behandelt werden.

Der Schwerpunkt lag wieder beim Farbfernsehen.

W. Bruch (*Telefunken AG*, Hannover) berichtete über die Probleme der Transcodierung zwischen Farbfernsehsystemen, speziell zwischen NTSC und PAL. Er demonstrierte dabei die zweimalige Wandlung zwischen diesen beiden Systemen.

K. Bernath (PTT, Bern) und H. Wendt (FTZ, Darmstadt) referierten über Farbfernseh-Empfangsversuche in der Schweiz und in deutschen Großstadtgebieten. Dabei wurde die Empfindlichkeit der verschiedenen Systeme gegenüber Störungen durch Mehrwegeempfang untersucht.

H. Thielcke (NDR, Hamburg) brachte in seinem Referat die Untersuchungsergebnisse von Fernsehsendern und Ballempfangsstrecken auf Farbtüchtigkeit. Dabei hatte sich gezeigt, daß eine Farbübertragung gut möglich ist, wenn auf dem gesamten Übertragungsweg darauf geachtet wird, daß jeder Abschnitt in sich gut abgeglichen ist.

H. Fix (IRT, München) sprach über Probleme der Aufzeichnung von Farbfernsehsignalen auf Videomagnetband. Mit Rücksicht auf einen einfachen Betriebsablauf in den Studios ist eine einheitliche Aufzeichnungsnorm für Schwarzweiß- und Farb-Videosignale zu fordern.

F. J. In der Smitten (WDR, Köln) berichtete über die Arbeiten im Farbfernseh-Studiolaboratorium des Westdeutschen Rundfunks. Hauptaufgabe dieses Labors ist es, Farbgeräte zu erproben, Spektralcharakteristiken zu untersuchen und Richtlinien für die Zusammenschaltung und den Einsatz der Geräte im zukünftigen Studiobetrieb zu erarbeiten.

Aus dem Gebiet der Videotechnik erfuhren die Zuhörer Neuheiten aus den Senderstudios, so unter anderem über das modernisierte und automatisierte Tagesschaustudio des NDR, über einen Schnellreportagewagen des Bayerischen Rundfunks, über einen neuen Filmabtaster und eine Videoaufzeichnungsanlage für hohe Qualitätsansprüche.

Aus der Empfängertechnik wurden neben verschiedenen Referaten über Farbempfänger vor allem die Ausrüstung der Heimgeräte mit Transistoren behandelt.

H. Arnous (*Siemens & Halske AG*, München) referierte über die Kreuzmodulation in Fernsehempfängern im Zusammenhang mit der Einführung von Transistoren. Er zeigte, daß der Transistor wegen seines niedrigen Eingangswiderstandes eine etwa zehnmal höhere Eingangsstörspannung als die Röhre zuläßt.

R. Suhrmann (*Valvo GmbH*, Hamburg) gab Videokonzepte für Farbfernsehempfänger. Er verglich die drei verschiedenen Ansteuerungsarten der Farbbildröhrenkatode und diskutierte verschiedene Schaltungen, zum Beispiel für die Einstellung von Grundleuchtdichte und Kontrast.

E. A. Müller (TH Braunschweig) untersuchte eine Schaltung zur Demodulation und Decodierung der NTSC-Farbinformation in Äquiband-Farbempfängern („X-Z-Demodulation").

W. Geprägs (*Standard Elektrik Lorenz AG*, Eßlingen) sprach über ein besonders vorteilhaftes Schaltungskonzept für die Farbhilfsträger-Synchronisation. Er schilderte dabei die Vorteile der Transistorschaltung gegenüber der üblichen Diodenschaltung. Eine Quarzstabilisierung des Oszillators kann hier entfallen.

K. Kröner (*Valvo GmbH*, Hamburg) zeigte die Probleme der Synchrondemodulation im Farbfernsehempfänger, bezogen auf die Amplituden- und Phasenfehler bei der Demodulation.

J. Kaashoek (*Philips*, Eindhoven) erläuterte seine Untersuchungen der möglichen Ablenkfehler bei der magnetischen Ablenkung in Farbfernsehbildröhren. Mit Hilfe eines Elektronenrechners hatte er eine Ablenkspule entworfen, die diese Fehler weitgehend vermeidet.

H. Reiber (*Standard Elektrik Lorenz AG*, Eßlingen) brachte eine Horizontalablenkschaltung mit geringem Aufwand für Transistor-Fernsehempfänger mit 110° Ablenkung und 16 kV Hochspannung, eine Weiterentwicklung eines Schaltungskonzepts, über das auf der 11. Jahrestagung schon berichtet worden war.

Besonderes Interesse fand die Anwendung des Fernsehens in Wirtschaft und Technik.

P. Marhoff (*Siemens-Reiniger-Werke AG*, Erlangen) referierte über Auflösungsgrenzen beim Röntgenfernsehen. Er zeigte die Untersuchung verschiedener Röntgenfernsehsysteme in bezug auf ihre Detailerkennbarkeit mit Hilfe eines Strichgruppentestes.

H. Birken (*C. H. F. Müller GmbH*, Hamburg) berichtete über die Regelung der mittleren Objekthelligkeit beim Röntgenfernsehen und die Zusammenhänge zwischen Dosisleistung und Leuchtdichte.

H. G. Pühler (*Siemens & Halske AG*, Karlsruhe) erläuterte an zwei Beispielen (dem Elektronenmikroskop und dem Röntgenbildverstärker) die Mängel bei der Betrachtung elektronenoptischer Bilder. Hier bringt die Fernsehbeobachtung erhebliche Verbesserungen, vor allem deswegen, weil hier das Auge wegen der höheren Leuchtdichte des Fernsehbildes im Bereich besserer Sehleistung arbeitet.

W. Heimann (*Physikalisch-Technische Werkstätten*, Wiesbaden) sprach über elektronenoptische Bildwandler und Bildverstärker in Kopplung mit Fernsehbildaufnahmeröhren. Er demonstrierte recht eindrucksvoll eine Fernsehaufnahme aus dem halbverdunkelten Hörsaal, bei der eine Faseroptik als Koppelglied verwendet wurde.

K. Ringer (*Fernseh GmbH*, Darmstadt) untersuchte die Anwendung der Superorthikon-Kamera in der industriellen Fernsehtechnik. Es zeigte sich, daß dieser Kameratyp besonders für Beobachtungen bei äußerst geringer Beleuchtung (Röntgenfernsehen, Unterwasserfernsehen und anderes) geeignet ist.

G. Legler (*Siemens & Halske AG*, Karlsruhe) diskutierte Übertragungsprobleme im Rahmen von Industriefernsehanlagen. Er beschrieb eine Einrichtung, die es gestattet, vier Fernsehprogramme trägerfrequent über ein Koaxialkabel zu übertragen. Diese Anlage eignet sich vor allem für die Verkehrsbeobachtung.

G. Kamin (*Fernseh GmbH*, Darmstadt) zeigte die Anwendung der Bausteintechnik für industrielle Fernsehanlagen mit zahlreichen Aufnahme- und Wiedergabestellen. Dabei wurde deutlich, daß auch dem gemeinsamen Betrieb von Bausteinen der Studio- und der industriellen Fernsehtechnik nichts im Wege steht.

Den Abschluß der interessanten Tagung bildeten einige Referate über Meß- und Übertragungstechnik.

—ppp—

INTERNATIONALE ELEKTRONISCHE RUNDSCHAU

brachte im Oktoberheft unter anderem folgende Beiträge:

Berechnung und Dimensionierung eines Schmitt-Triggers mit Transistoren unter Berücksichtigung der Anwendung in logischen Schaltungen

Bahnvermessungs- und Signalübertragungs-Einrichtungen für Satelliten. Teil II: Überblick über Aufgaben und Prinzipien von Signalübertragungs-Einrichtungen für Satelliten

Akustische Anforderungen an ein Konzertstudio und ihre Realisierung beim Großen Sendesaal in Hannover

Elektronik-Forschung in Großbritannien

RRE — Das Zentrum der britischen Radarentwicklung

Neue Analog-Digital-Wandler und neue automatische datenabfragende Schreibmaschine zur beschleunigten Datenfernübertragung

Spezielle Probleme der kompatiblen Rundfunk-Stereophonie

Internationale Konferenz „Magnetische Aufzeichnungen" in London

Format DIN A 4 · monatlich ein Heft · Preis im Abonnement 11,50 DM vierteljährlich, Einzelheft 4 DM

Zu beziehen durch jede Buchhandlung im In- und Ausland, durch die Post oder direkt vom Verlag

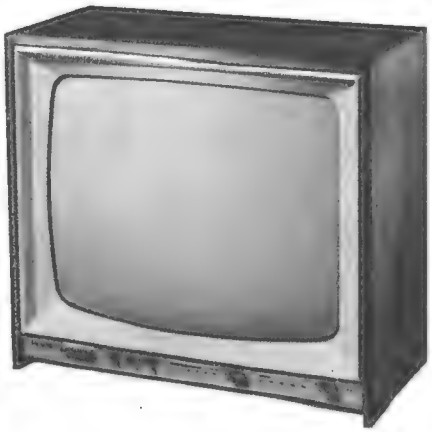
VERLAG FÜR RADIO-FOTO-KINOTECHNIK GMBH • **Berlin-Borsigwalde**

Postanschrift: 1 BERLIN 52

PHILIPS

Philips Fernsehgeräte sind zukunftsweisend

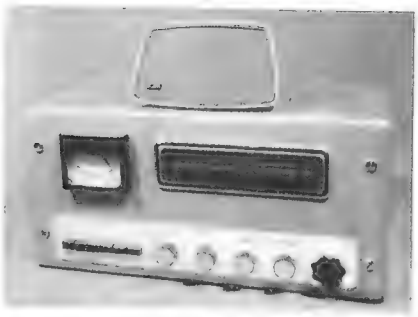
Der neue Tizian D5 ist ein Beispiel dafür. Die Rückwand wurde als tragendes Element für die Unterbringung des Chassis verwendet. Dadurch hat der Service eine wesentliche Hilfe bekommen. Über Steckverbindungen ist das neue Chassis in Sekundenschnelle vom Gehäuse abzunehmen und auszuwechseln. Leichterer und schnellerer Service ein weiterer Schritt für die Zukunft. Philips Fernsehgeräte Begriff und Maßstab internationaler Spitzenklasse. Sie bieten Qualität und Zuverlässigkeit über Jahre.



....nimm doch **PHILIPS** Fernsehen

WERNER W. DIEFENBACH

Dreifachsuper für 144 MHz mit automatischer Scharfabstimmung



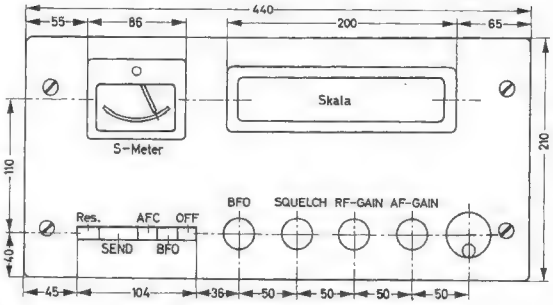


Bild 1. Ansicht des 2-m-Dreifachsupers mit „Sekundo"-Lautsprecher und (rechts) Maßskizze der Frontplatte

Technische Daten

Frequenzbereich: 143...147 MHz
Empfindlichkeit: 0,2 µV bei 10 dB Signal-Rausch-Abstand
Eingangsimpedanz: 60 Ohm unsymmetrisch
ZF-Bandbreite: etwa 5 kHz
1. ZF: 11,03 MHz
2. ZF: 4,9 MHz
3. ZF: 445 kHz
BFO-Frequenz: 445 kHz
Rauschsperre: wählbarer Ansprechwert von 0,2...10 µV
Abschaltbare automatische Scharfabstimmung
Feldstärkekontrolle: durch geeichtes S-Meter
NF-Ausgangsleistung: 4 W
NF-Ausgangsimpedanz: 4 Ohm
Anschluß für Sender-Fernbedienung
Bestückung: E 88 CC, EC 92, 2 × ECH 81, EF 85, ECC 81, 2 × EF 80, ECL 86, 2 × STV 108/30 (OB 2), 4 × OA 172, 2 × BA 100, C 10

Mit UKW-Bausteinen ist es auf einfache Weise möglich, leistungsfähige UKW-Super für den Amateurfunk im 2-m-Band zu bauen. In dem hier beschriebenen Dreifachsuper (Bild 1) wird als Empfänger-Baustein die komplett verdrahtete und abgeglichene UKW-Einheit „126 42/61 Z-Sdfg-G" von *Nogoton* verwendet. Zusätzlich enthält das Gerät den Netzteil, einen zweistufigen NF-Verstärker und einen Überlagerer (BFO) für Telegrafieempfang (Bild 2).

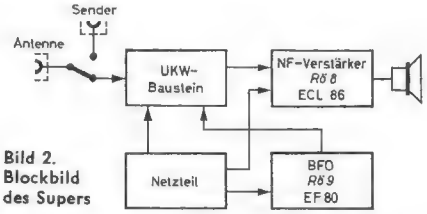


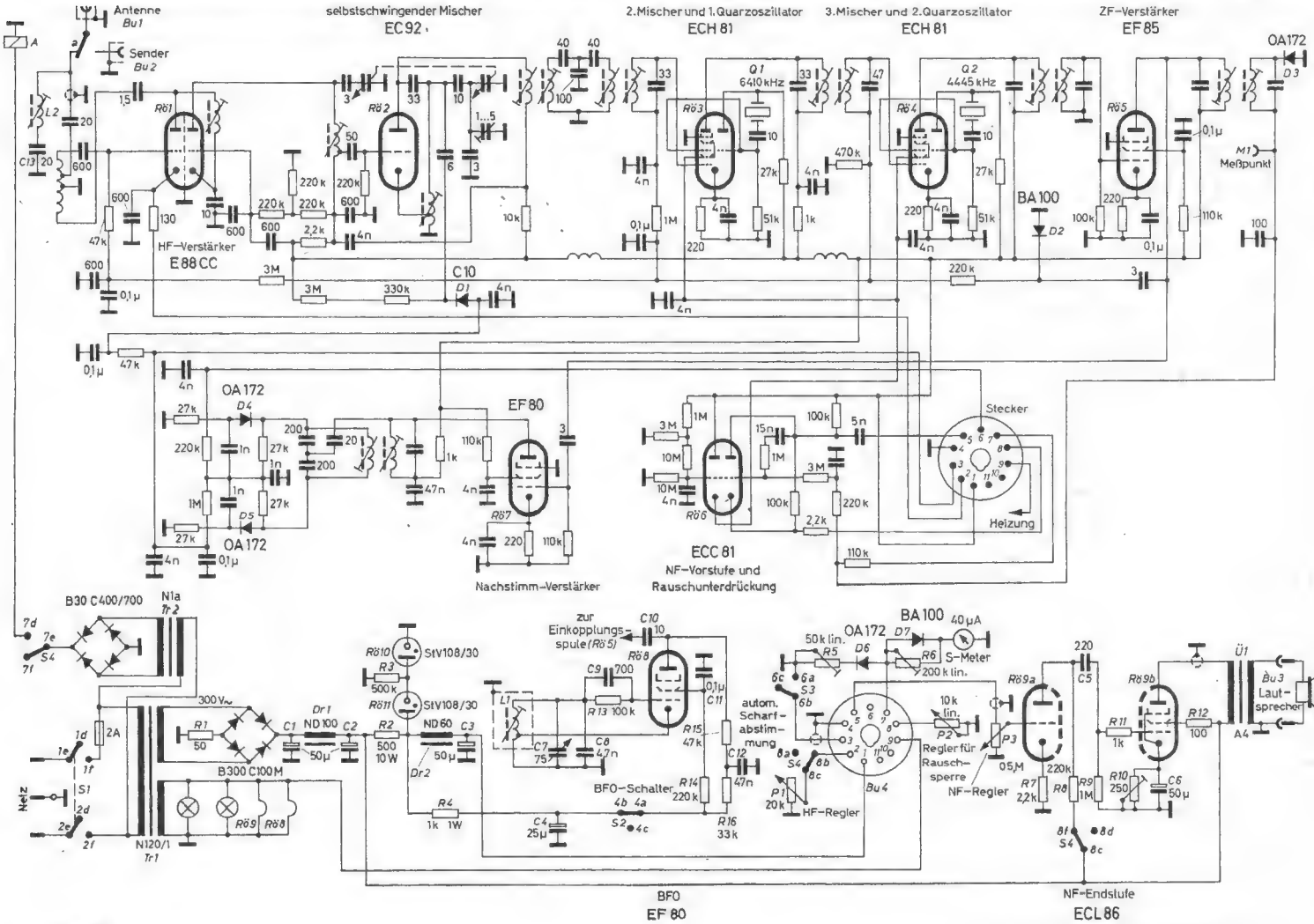
Bild 2. Blockbild des Supers

Schaltung

Der AM-UKW-Teil von *Nogoton* ist ein 7-Röhren-18-Kreis-Dreifachsuper (Bild 3). Die Vorstufe mit der Röhre E 88 CC ist in Kaskodeschaltung ausgeführt und für eine Antennenimpedanz von 60 Ohm (unsymmetrisch) ausgelegt. Die Katode der ersten Triode von *Rö 1* liegt bei Empfang über den 130-Ohm-Katodenwiderstand, den Schalter *S 4* und den HF-Regler *P 1* an Masse; bei Senden ist diese Verbindung unterbrochen. Das verstärkte Eingangssignal wird in der selbstschwingenden Mischstufe *Rö 2* mit der variablen Oszillatorfrequenz gemischt. Die 1. ZF von 11,03 MHz gelangt über ein vierkreisiges Bandfilter zum Steuergitter der 2. Mischröhre (Heptodenteil von *Rö 3*). Der Triodenteil dieser Röhre ist als Quarzoszillator geschaltet. Der Quarz *Q 1* – er hat eine Frequenz von 6140 kHz – schwingt zwischen Anode und Gitter. Die 2. ZF von 4,9 MHz wird über ein zweikreisiges Bandfilter der 3. Mischstufe *(Rö 4)* zugeführt, die ebenfalls mit einer ECH 81 bestückt ist und in der gleichen Schaltung wie die 2. Mischstufe arbeitet. Die 3. ZF (445 kHz) wird in einem einstufigen Verstärker *(Rö 5)* verstärkt und dann demoduliert.

Die Doppeltriode *Rö 6* wirkt als Rauschsperre und NF-Vorverstärker. Mit dem

Bild 3 (unten). Schaltung des 2-m-Dreifachsuper



Musik aufs Tanzbein abgestimmt

Nette Leute, gute Getränke – das ist die richtige Mischung für Parties. Dazu ein buntes Programm aus dem Tonbandarchiv: Musik zum Tanzen und Träumen, ein paar tönende Gags, für jeden etwas. Das trägt zur fröhlichen Unterhaltung bei, das bringt den richtigen Schwung fürs Hobby. Bald wird sich Aufnahme an Aufnahme reihen. Und Sie als Tonmeister merken dann: Zum Tonbandhobby gehört die Ordnung. Immer griffbereit und staubgeschützt, so sollen Tonbänder aufbewahrt werden. Die BASF Archiv Box – elegant in Form und Farbe – bringt das ideale System mit: die sinnvolle Ordnung in drei Schwenkfächern. Richten Sie sich doch ein Bandarchiv ein. Lassen Sie sich von Ihrem Fachhändler beraten.

Bitte ausschneiden –
auf eine frankierte Postkarte kleben –
und an die BASF schicken.

4133

Senden Sie bitte kostenlos
an meine nebenstehende Anschrift:

1. **BASF Archiv Mappe**
für leichtes Archivieren
2. dreimal jährlich **»ton + band«** die Mitteilungen für alle Tonbandfreunde, mit vielen Tips und Anregungen

ft

Die Aufnahme urheberrechtlich geschützter Werke der Musik und Literatur ist nur mit Einwilligung der Urheber bzw. deren Interessenvertreter und der sonstigen Berechtigten, z. B. Gema, Bühnenverlage, Verleger, Hersteller von Schallplatten usw., gestattet.

Badische Anilin- & Soda-Fabrik AG
6700 Ludwigshafen am Rhein

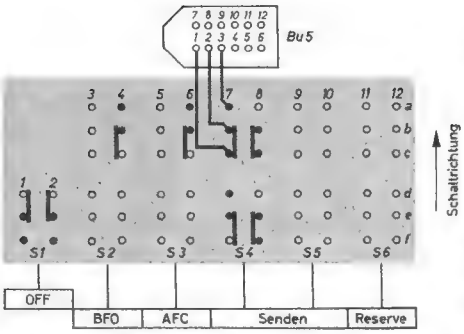


Bild 4. Schaltung des Drucktastenaggregats

Wickeldaten der Spulen

Spule	Induktivität [µH]	Wdg.	Anzapfung	Draht	Wickelkörper
L 1	46	185	45	20 × 0,05 CuLSS	Bandfilterbausatz „F 2 F" (*Vogt*)
L 2	10	33		0,8 CuL	Spulenkörper „B 8/33 × 1,25 – 16" (mit Kammern), Gewindekern „GW 8/17 × 1,25" (*Vogt*)

Potentiometer *P 2* läßt sich der Ansprechwert der Rauschsperre einstellen. In der Praxis hat es sich gut bewährt, wenn *P 2* von außen bedienbar ist. Die automatische Scharfabstimmung des variablen Oszillators erfolgt mit der Nachstimmdiode *D 1*, die ihre Steuerspannung von einer mit zwei Dioden OA 172 bestückten Diskriminatorschaltung erhält. Mit dem Schalter *S 3* kann man die Automatik abschalten.

Der NF-Teil für Lautsprecherwiedergabe arbeitet mit der Röhre ECL 86, die etwa 4 W Ausgangsleistung abgibt. Die NF wird am Kontakt *5* der Verbindungsbuchse *Bu 4* über eine abgeschirmte Leitung abgenommen und dem Lautstärkeregler *P 3* zugeführt. Er wirkt gleichzeitig als Gitterableitwiderstand für die ECL 86-Triode. Die Anodenspannung ist mit dem Schalter *S 4* abschaltbar. Auf diese Weise vermeidet man, daß in Stellung „Senden" HF in den NF-Teil einstreut.

Der Kopplungskondensator *C 5* wurde mit 220 pF verhältnismäßig klein bemessen, um gute Sprachverständlichkeit zu erreichen. Der Katodenwiderstand *R 10* der Endröhre ist regelbar. Man stellt ihn bei der ersten Inbetriebnahme so ein, daß etwa 36 mA Anodenstrom fließen. Der Lautsprecherausgang (4 ... 6 Ohm) eignet sich auch für niederohmige Kopfhörer. Der Anschluß erfolgt über eine Lautsprecher-Normbuchse *(Bu 3)*.

Der BFO für Telegrafieempfang besteht aus einer in ECO-Schaltung betriebenen Pentode EF 80 *(Rö 8)*. Die BFO-Frequenz (445 kHz) wird über eine Koppelspule mit 4 Wdg. induktiv an das Röhrensystem von *Rö 5* gekoppelt. Die Einkopplung hat keinen Einfluß auf den Abgleich des ZF-Verstärkers. Mit dem Schalter *S 2* läßt sich der BFO abschalten.

Der Netzteil scheint etwas aufwendig. Der UKW-Baustein muß jedoch ausreichend entkoppelt sein und benötigt eine stabilisierte Speisespannung von etwa 200 V. Der Selengleichrichter B 300 C 100 M ist an die 300-V-Wicklung des Netztransformators *Tr 1* gelegt. Die übliche Siebkette (*C 1, C 2, Dr 1*) reicht für den NF-Teil aus. *R 1* ist ein Schutzwiderstand mit einer Belastbarkeit von 0,5 W, der bei einem Defekt im Netzteil durchbrennt.

Zwei in Reihe geschaltete Stabilisatoren STV 108/30 stabilisieren die Anodenspannung auf etwa 200 V. Sie sind über den 500-Ohm-Schutzwiderstand *R 2* angeschlossen. Zur weiteren Entkopplung ist das Siebglied *C 3, Dr 2* eingefügt. Das Antennenumschaltrelais *A* wird mit 6-V-Gleichspannung betrieben. Um den Transformator *Tr 1* nicht zu stark zu belasten, erhielt das Relais einen besonderen Netzteil (*Tr 2*, B 30 C 400/700).

Die Möglichkeit, die Umschaltung des Senders von Senden auf Empfang vom Empfänger aus fernzubedienen, ist durch ausreichende Anzahl von Umschaltkontakten der Doppeltaste „Senden" gegeben. Alle notwendigen Verbindungen werden über die 12polige Buchse *Bu 5* zum Sender geführt. Bild 4 zeigt eine Variante für einen Sender mit Umschaltrelais.

Konstruktiver Aufbau

Der gesamte 2-m-Amateurempfänger ist in einem handelsüblichen Metallgehäuse von *Leistner* (Typ „4a") eingebaut. Wie die Innenansicht und die Maßskizze des Chassis (Bilder 5 und 6) zeigen, nimmt der UKW-Baustein mit der Skala $^3/_4$ der Gehäusebreite ein. Er wurde dicht an die Frontplatte gesetzt. Rechts davon ist die 11polige Verbindungsbuchse *Bu 4* angeordnet. Auf der rückwärtigen Chassishälfte erkennt man auf der linken Seite den Netzteil und in der Mitte die Stabilisatorröhren, den Heiztransformator für die Relaisspannung sowie den BFO mit Filter und Röhre *Rö 8*. Die Drossel *Dr 2* liegt unterhalb der Montageplatte. Auf der rechten Seite sind der NF-Teil mit der Röhre *Rö 9* sowie auch *Ü 1* untergebracht.

Die Frontplatte ist übersichtlich gestaltet (Bild 1). Links neben der großen Linearskala befindet sich das S-Meter, in der unteren Hälfte sind die Bedienungsorgane angeordnet. Der rechte Knopf wurde als Kurbelknopf ausgeführt, um in kurzer Zeit über das ganze Band mühelos abstimmen zu können.

Inbetriebnahme

Da der UKW-Baustein fertig abgeglichen geliefert wird, erstreckt sich die Kontrolle bei der ersten Inbetriebnahme vorwiegend auf die Ergänzungsstufen. Zunächst überprüft man, ob die Stabilisierung richtig arbeitet. Dabei sollten der NF-Teil und der BFO in Betrieb sein. Danach wird mit dem Katodenregler *R 10* der Anodenstrom von *Rö 9b* auf 36 mA gebracht. Die Einstellung von *R 10* ist durch Lack zu sichern. Die BFO-Spule *L 1* gleicht man bei Mittenstellung des Drehkondensators *C 7* und empfangenem Signal auf Schwebungsnull ab. Weitere Kontrollen erstrecken sich auf die richtige Funktion der anderen Bedienungselemente. Das S-Meter kann durch einen stabilen Meßsender mit geeichter Ausgangsspannung justiert werden. In einzelnen Gebieten können ZF-Störungen durch starke KW-Sender im Bereich um 11 MHz auftreten. Sie sind daran zu erkennen, daß der Sender sich nicht abstimmen läßt. Abhilfe schafft ein Saugkreis *L 2, C 13* in der Antennenzuleitung.

Einzelteilliste

UKW-Einbaueinheit „126 42/61 Z-Sdfg-G"	(*Nogoton*)
Steckerfassung, 11polig	(*Nogoton*)
Gehäuse „4a"	(*Leistner*)
Netztransformator „N 120/1"	(*Engel*)
Heiztransformator „N 1a"	(*Engel*)
Netzdrosseln „ND 100", „ND 60"	(*Engel*)
Ausgangsübertrager „A 4"	(*Engel*)
Drucktastenaggregat „5 × 17,5 N 4u schwarz EE + 1 × 17,5 N 2 ‚Aus' schwarz EE Taste 2 + 3 NN"	(*Schadow*)
Relais „51/6 V/Bv. 51/6/0056"	(*Haller*)
Drehspulinstrument „RtD 85", 40 µA	(*Neuberger*)
Sicherungselement mit 2-A-Feinsicherung	(*Wickmann*)
HF-Buchsen „CD 071"	(*Haeberlein*)
Lautsprecherbuchse „Lb 2"	(*Hirschmann*)
Mehrfachbuchse, 12polig	(*Tuchel*)
Durchführungsbuchsen	(*Zehnder*)
Achsverlängerung	(*Zehnder*)
Gleichrichter B 300 C 100 M, B 30 C 400/700	(*AEG*)
Elektrolytkondensatoren, 350/385 V	(*Telefunken/NSF*)
Keramikkondensatoren	(*Telefunken/NSF*)
Elektrolytkondensator, 15/18 V	(*Wima*)
Rollkondensatoren	(*Wima*)
KW-Drehkondensator, 75 pF	(*Hopt*)
Novalröhrenfassungen mit Abschirmhauben	(*Preh*)
Potentiometer „Preostat 24"	(*Preh*)
Einstellregler „4863"	(*Preh*)
Rundentbrummer „Standard 0,5"	(*Preh*)
Hochlastwiderstände, 10 W	(*Dralowid*)
Widerstände	(*Dralowid*)
Drehknöpfe	(*Radio RIM*)
Keramische Lötstützpunkte	(*Klar und Beilschmidt*)
Spulenkörper	(*Vogt*)

Bild 5 (oben). Blick auf das Chassis und die Rückseite

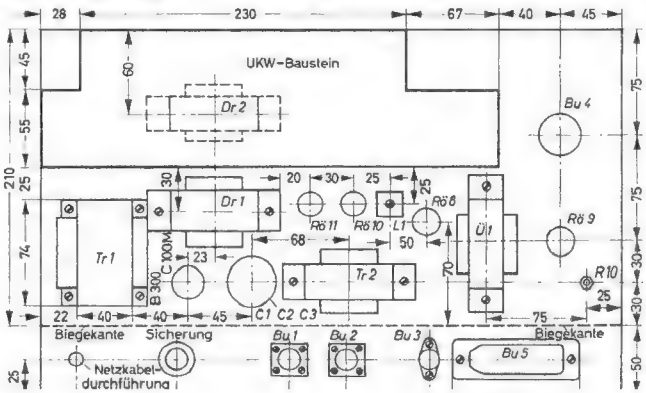
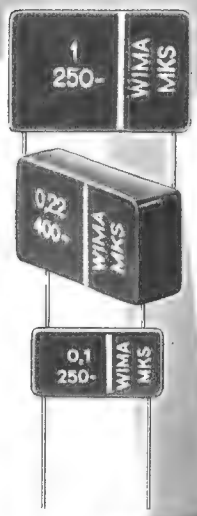


Bild 6. Maßskizze des Chassis und Anordnung der Einzelteile auf dem Chassis

WIMA-
MKS



Metallisierte Kunstfolien-Kondensatoren.
Spezialausführung für Leiterplatten in rechteckigen Bauformen mit radialen Drahtanschlüssen.
Vorteile:
- Geringer Platzbedarf auf der Leiterplatte.
- Exakte geometrische Abmessungen.
- Genaue Einhaltung des Rastermaßes.
- Kein Vorbiegen der Drähte vor dem Einsetzen in Leiterplatten.
- Unempfindlich gegen kurzzeitige Überlastungen durch Selbstheileffekt.
- HF-kontaktsicher und induktionsarm.
- Verbesserte Feuchtesicherheit.

Betriebsspannungen:
250 V– und 400 V–;
U_N=100 V– in Vorbereitung.

WIMA

Moderne Bauelemente für die Elektronik

WIMA-
MKB

Metallisierte Kunstfolien-Kondensatoren in Becherausführung.
Mit hohem konstantem Isolationswiderstand und bisher unerreicht kleinen Bauformen bei größeren Kapazitätswerten.
Zwei Ausführungen:
MKB 1: Im rechteckigen Alu-Becher mit Lötösen und Schraubbolzenbefestigung. Gießharzverschluß.
MKB 2: Mit axialen Anschlußdrähten im ovalen Alu-Becher.
Betriebsspannungen: 250 V– (bis 16 µF) und 400 V– (bis 6 µF).

Prospekte über unser gesamtes Fabrikationsprogramm auf Anfrage.

WIMA WILH. WESTERMANN
SPEZIALFABRIK F. KONDENSATOREN
68 MANNHEIM POSTFACH 2345

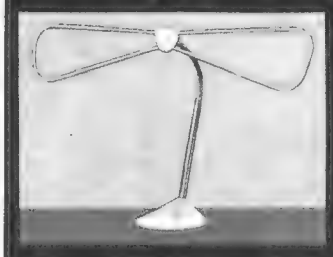
Hirschmann

Zimmerfernsehantennen

Bei günstigen Empfangsverhältnissen unübertroffen

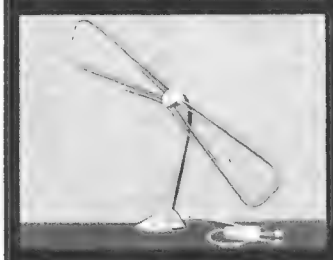
Ausführungen für alle Fernsehbereiche – Einstellung auf die günstigste Empfangsrichtung möglich – denkbar einfacher Anschluß – elegante Form – zum Aufstellen oder Aufhängen – stabiler Aufbau – aus hochwertigem Material.

Zifa 1
Für die FS-Bereiche I bis V und alle Rundfunkbereiche **DM 15.–**

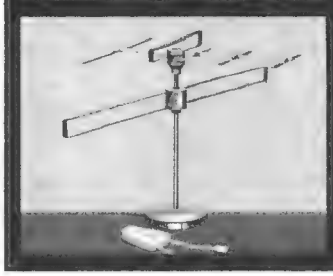


Zifa 100a „Libelle"
Für den VHF-Bereich III **DM 29.–**

Zifa 40a „Dezi-Libelle"
Für die UHF-Bereiche IV/V **DM 27.–**



Zifa 34a
Für die Bereiche III und IV/V
DM 39.–



Zifa 35
Für die Bereiche III und IV/V. Durch Aufbau in 2 in sich drehbaren Ebenen kein erneutes Ausrichten bei Programmwechsel. **DM 48.–**

Fordern Sie bitte Prospekte an.

Etti II 64.10

Richard Hirschmann, Radiotechnisches Werk, 73 Esslingen/N., Postfach 110

W. KNOBLOCH

Stereo-Lautsprecher selbstgebaut

Fast alle Musiktruhen haben im unteren Tonfrequenzbereich gute Wiedergabeeigenschaften. Da die Töne unterhalb 300 Hz nur wenig zur Stereo-Wirkung beitragen, läßt sich mit guten zusätzlichen Seitenlautsprechern die Basisbreite vergrößern und damit die Wiedergabe erheblich verbessern. In vielen Fällen enthalten die Truhen bereits Umschalteinrichtungen mit elektrischen Tiefpaßfiltern, die es erlauben, die eingebauten Lautsprecher auf Tieftonwiedergabe umzuschalten. Die mittleren und hohen Töne werden dann nur von den zusätzlichen Seitenlautsprechern abgestrahlt.

Gehäuseform

Neben dem eigentlichen Lautsprechersystem bestimmt die gewählte Schallwand oder die Gehäuseform die akustischen

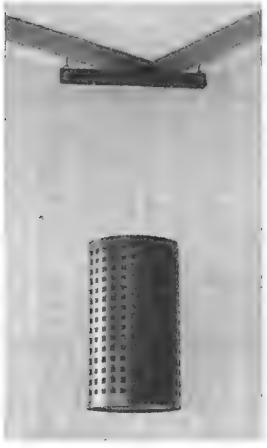


Bild 1. Der selbstgebaute Stero-Seitenlautsprecher in einer Raumecke

Wiedergabeeigenschaften. Weil aber alle zusätzlichen Seitenlautsprecher nur Frequenzen über 300 Hz wiederzugeben brauchen, kommt man hier mit kleinen Baugrößen aus. Gewählt wurde die von *Telefunken* angegebene Ecksäulenform [1] mit zwei parallel oder in Serie geschalteten Lautsprechersystemen [2, 3], die auf ungleich lange Luftsäulen arbeiten. Dadurch werden die Eigenresonanzen der Luftsäulen und der Lautsprecher gedämpft und kleine lineare und nichtlineare Verzerrungen erreicht. Auch das außerhalb der Lufteigenresonanzen wirksame kleine Volumen der eingeschlossenen Luft wirkt verzerrungsmindernd.

Aufbau

Die endliche Größe des Gehäuses und die Eigenschaft aller Dekorationsstoffe, hohe Töne zu schlucken, erlauben es nicht, Seitenlautsprecher „getarnt" aufzustellen. Daher wurde eine Form gewählt, die der moderner Beleuchtungskörper ähnelt und die sowohl in modern als auch in mit Stilmöbeln ausgestatteten Zimmern wenig auffällt.

Bei der im Bild 1 gezeigten Ausführung besteht das Gehäuse, dem modernen Wohnstil entsprechend, aus mattschwarz lackiertem Streckmetall. Ein 300 mm × 500 mm großes Stück Streckmetall, das fertig lakkiert erhältlich ist, wird auf einer Biegebank (beim Klempner) zu einem Rohr von etwa 158 mm Durchmesser gebogen. Wenn man es dazu in weiches Papier einpackt, platzt der Lack nicht ab. Drei Klammern aus weichem Messingblech oder Messingdraht halten das Rohr zusammen. Die Nahtstelle liegt später an der Rückseite des Lautsprechers und ist daher nicht sichtbar. In diesem Rohr wird die Schallwand, im Mustergerät ein 5 mm dickes Hartpapier-IV-Brettchen, durch Reibung ausreichend festgehalten (Bild 2). Der Lautsprecher hängt an den Anschlußdrähten, die oben durch eine Zierleiste laufen und in einer Lüsterklemme enden. Die Zierleiste ist mit zwei Haken in Gardinenläufer eingehängt. Bei über Eck angebrachten Gardinenstangen hat das den Vorteil, daß sich der horizontale Abstrahlwinkel ändert, wenn die Läufer verschoben werden. Die Zuleitungen lassen sich hinter der Gardinenstange verstecken.

Der Durchmesser der Lautsprecheröffnungen im Hartpapierbrettchen richtet sich nach den vorhandenen Lautsprechern. Wenn die Lautsprecherkörbe rückseitig genügend große Öffnungen haben, ist es zweckmäßig, auf jeder Seite der Schallwand einen Lautsprecher zu montieren. Bei richtiger Polung – die Membranen müssen gleichphasig schwingen – hat das den Vorteil, daß mögliche quadratische Verzerrungen der Lautsprecher kompensiert werden. Außerdem hängt der Seitenlautsprecher dann an den Zuleitungen im Gleichgewicht. Müssen dagegen die Lautsprecher einseitig befestigt werden, dann ist das Gehäuse durch eine zusätzliche Perlonschnur (Angelschnur) in senkrechte Lage zu bringen. Die Zuleitungen aus kunststoffisolierter Litze (0,75 mm² oder dicker) werden jeweils durch zwei Löcher im Abstand von etwa 10 mm gezogen und halten dann ebenfalls durch Reibung. Auf diese Weise lassen sich unterschiedliche Längen der Zuleitungen leicht ausgleichen.

Lautsprechersysteme

Geeignet sind runde Lautsprechersysteme mit 60 ... 100 mm Membrandurchmesser. Welcher Lautsprechertyp gewählt wird, hängt von den Anforderungen ab, die man stellt. Es müssen aber für beide Seitenlautsprecher gleiche Systeme verwendet werden. In den Musterlautsprechern wurden die *Isophon*-Typen „P 8/13/100 spez." eingesetzt.

Abstrahlrichtung

Direkt auf den Zuhörer gerichtete Schallabstrahlung läßt eine gute Ortung der virtuellen Schallquellen zu, während diffuse Abstrahlung die Basisbreite scheinbar vergrößert. Als günstigster Kompromiß – auch um für mehrere Zuhörer einen günstigen Stereo-Eindruck zu erreichen – wurden die Abstrahlachsen so gerichtet, daß sie sich etwa einen Meter vor den Zuhörern kreuzen [3]. Bei der heute vorwiegend benutzten Intensitätsstereofonie hat das den Vorteil, daß der vom jeweili-

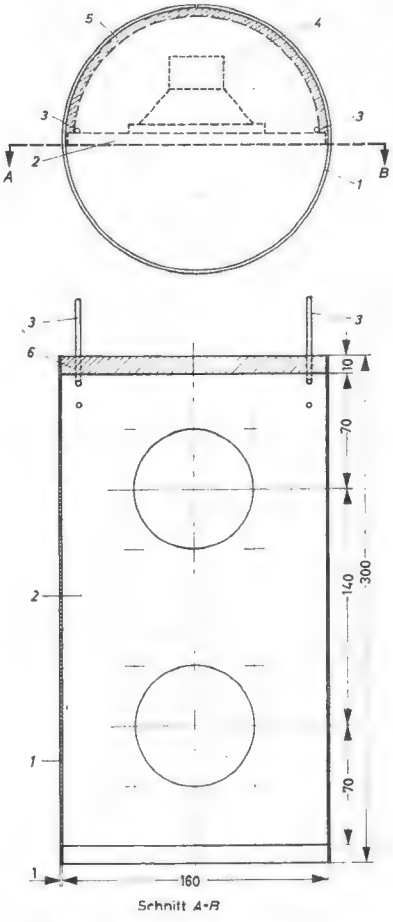


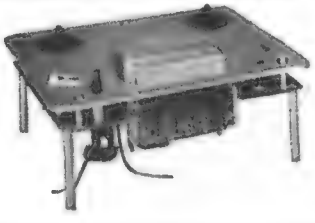
Bild 2. Maßskizze für den Stereo-Seitenlautsprecher; *1* Streckmetallgehäuse, *2* Schallwand, *3* Zuleitungen, *4* Lautsprechersystem, *5* Filzabdichtung (250 mm × 280 mm × 10 mm), *6* Filzdeckel (160 mm ⌀ × 10 mm)

gen Lautsprecher weiter entfernte Zuhörer mehr in dessen Achsrichtung kommt und daher ein intensiveres Signal hört. Damit wird die Zone der guten Hörbarkeit verbreitert.

Schrifttum

[1] Telefunken-Laborbuch, Band I
[2] Knobloch, W.: 12-Watt-Hi-Fi-Ecksäule für den Selbstbau. Funk-Techn. Bd. 11 (1956) Nr. 18, S. 545
[3] Knobloch, W.: Röhren · Transistoren · NF-Verstärker. Prien 1964, C. F. Winter'sche Verlagshandlung

Tonbandgerätechassis mech., kplt. mit hochwertigen Tonköpfen u. Tonmotor,
Bandgeschwindigkeiten: 4,75— 9,5 cm/sec.
oder 9,5 —19 cm/sec.
Spulendurchmesser bis zu 180 mm.



Preiswert, unkompliziert, ein Präzisionserzeugnis für hohe Ansprüche. Fordern Sie Unterlagen an.

THALESWERK G. m. b. H., 755 Rastatt/Baden, Postfach 345

U. PRESTIN, Nordmende KG, Bremen

Service an Stereo-Decodern

Fortsetzung von FUNK-TECHNIK Bd. 19 (1964) Nr. 20, S. 754

3.3. Prüfungen mit dem Multiplex-Generator

Aller Testsignal-Zeitsorgen ledig ist der Service-Techniker, der über einen Stereo-Prüfgenerator verfügt, mit dem er zeitunabhängig und individuell prüfen kann. Ein einheitlicher Name für den Prüfgenerator hat sich noch nicht herauskristallisiert. Die zur Zeit am häufigsten benutzte Bezeichnung ist „Multiplex-Generator", die das neue Werkstattmeßgerät auch dem Namen nach deutlich von den übrigen Generatoren unterscheidet.

Der Multiplex-Generator für Service-Zwecke erzeugt ein multiplexes Signal – das heißt ein aus der Summe, der Differenz (als AM mit unterdrücktem 38-kHz-Träger) und dem Pilotsignal entsprechend der FCC-Norm zusammengesetztes Signal –, mit dem ein Sender frequenzmoduliert werden kann. Das NF-Multiplex-Signal allein genügt für den Einsatz im Service nicht, weil Abgleicharbeiten ja stets mit HF-Teil vorgenommen werden müssen. Lediglich für Fehlersuchzwecke kann das Multiplex-Signal „vorübergehend" einmal an den Decoder-Eingang gekoppelt werden; im Anschluß an die Reparatur muß aber ein „Über-alles-Abgleich" folgen.

Für den Service benötigt man daher entweder ein kombiniertes NF/HF-Gerät oder einen getrennten NF-Multiplex-Generator und einen Sender, der sich mit dem NF-Multiplex-Ausgangspegel frequenzmodulieren läßt. Die Anforderungen an die Fremdmodulation sind gegenüber früheren Anwendungen unvergleichbar hoch; der Frequenzbereich erstreckt sich bei unverändertem Hub (bis 75 kHz) von 40 Hz ... 53 kHz.

Wie bei allen Service-Meßgeräten, so hängt auch hier der Nutzen entscheidend davon ab, ob der das Gerät bedienende Techniker die Einstellregler in ihrer Funktion eingehend beherrscht oder nicht. Aus diesem Grunde sollen nachfolgend die wichtigsten Regeln in Stichworten zusammengefaßt werden.

3.3.1. Frequenzhub des Multiplex-Generators

Der maximale Gesamthub 75 kHz teilt sich in 10 % Anteil für die Pilotfrequenz und bei einseitiger Modulation (nur links oder nur rechts) in je 45 % Anteil für den Summen- und den Differenzkanal auf. Bei maximaler Aussteuerung im Bereich der noch nicht durch die Preemphasis angehobenen Frequenzen bei 1 kHz ergeben sich demnach 7,5 kHz Hub für die Pilotamplitude und je 33,5 kHz für die Summen- sowie die Differenzspannung.

Das Einstellen der relativen Amplitudenanteile zueinander bereitet im allgemeinen keine Schwierigkeiten. Bild 2 (Heft 18/1964,

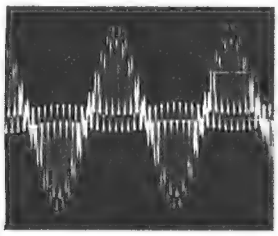


Bild 21. Bei voller Aussteuerung beträgt der Pegel des Pilotsignals ◀ 10% der Gesamtamplitude

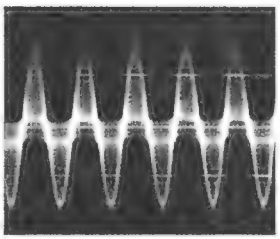


Bild 22. Die durch den Pilotpegel entstehende Doppelkontur läßt sich eindeutiger bei verringerter Horizontal-Ablenkfrequenz ablesen; das Signal ist dasselbe wie im Bild 21 ▶

S. 660) zeigte bereits die Auswirkungen ungleicher Summen- und Differenzspannung, die im Oszillogramm sofort erkennbar sind. In der Service-Praxis kommt es daher vor allem darauf an, die zusätzliche Pilottonamplitude passend zum Summen- und Differenzsignal hinzuzuaddieren. Sofern der Multiplex-Generator kein Anzeigeinstrument hat, empfiehlt sich auch hier die oszillografische Kontrolle. Im Falle der zunächst behandelten Vollaussteuerung muß die sich in der Mitte oder an den beiden äußeren Spitzen der Amplitude bildende Doppelkontur 10 % der Anzeigehöhe des Gesamtsignals haben (Bild 21). Bei langsamerer

VALVO

BAUELEMENTE FÜR DIE GESAMTE ELEKTRONIK

DH 7-78

Oszillografenröhre
für Service-Oszillografen

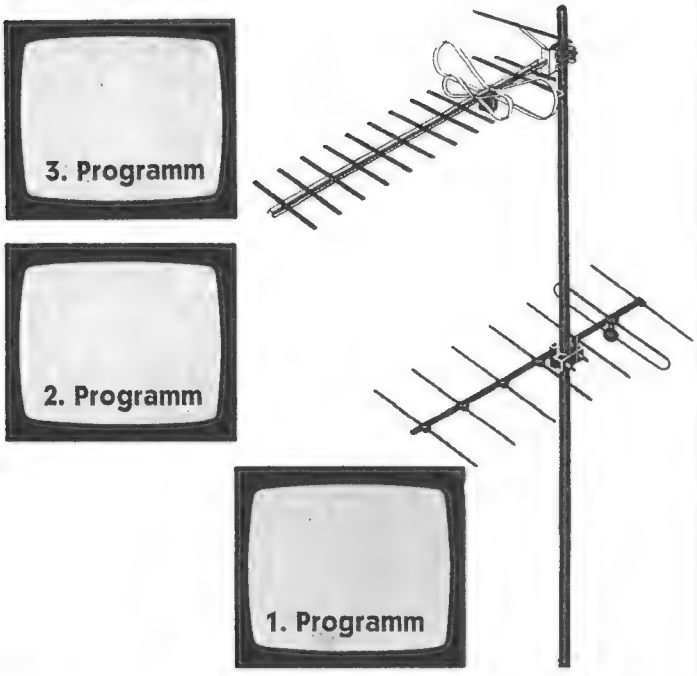
Kleiner Ablenkkoeffizient
Gute Ablenklinearität
durch wendelförmige Nachbeschleunigungselektrode
Weiter Spielraum für die Betriebsspannungen
(Gesamtbeschleunigungsspannung 1200 bis 4000 V)

Für netzunabhängige Geräte mit Transistorbestückung liefern wir die Oszillografenröhre DH 7-11 mit niedriger Heizleistung (0,6 W). Die übrigen mechanischen und elektrischen Daten sind denen der Röhre DH 7-78 äquivalent.

VALVO GMBH VALVO HAMBURG 1

H 1164/617

SIEMENS



Neue Impulse für Ihr Antennengeschäft

246-002-2

Die Einführung des 3. Fernsehprogramms bringt zusätzliche Nachfrage. Nutzen Sie die Möglichkeiten, die Ihnen die Siemens-Antennentechnik dafür bietet!
Wir empfehlen als besonders vorteilhaft:

UHF-Kanalgruppen-Antennen
für die Nachrüstung bestehender Antennenanlagen

UHF-Mehrbereichs-Antennen
für optimalen Empfang des 2. und 3. Fernsehprogramms

VHF/UHF-Kombinationsantennen
zur Übertragung des 1., 2. und 3. Fernsehprogramms

Einbau-Weichen
zum Zusammenschalten von VHF- und UHF-Antennen

UHF-Antennenverstärker
abstimmbar auf jeden Kanal (K 21 bis 60) im Bereich IV/V

Quarzgesteuerte Frequenzumsetzer
gewährleisten große Betriebssicherheit bei ständig gleichbleibender Bildqualität

Universal-Weichen mit Richtungskoppler
zum Einbau in Anlagen mit Frequenzumsetzern

Für die Projektierung erhalten Sie jede gewünschte Unterstützung von unseren Geschäftsstellen.

SIEMENS & HALSKE AKTIENGESELLSCHAFT
WERNERWERK FÜR WEITVERKEHRS- UND KABELTECHNIK

X-Ablenkung wie im Bild 22 (es enthält sonst das gleiche Signal wie Bild 21) schälen sich die Doppelkonturen klarer heraus.

Das Ausmessen des absoluten Frequenzhubes erfordert einen hohen Meßgeräteaufwand und scheidet daher für den Service aus. Das überschlägliche Ermitteln des maximalen Hubes bereitet dagegen mit dem Stereo-Empfänger und dem Oszillografen keine Schwierigkeiten. Ein zu großer Hub erzeugt nämlich am Ratioausgang (am Decodereingang) ein stark verzerrtes Signal wie im

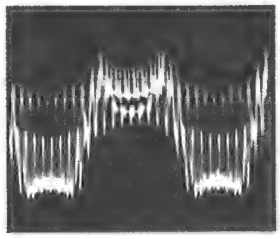


Bild 23. Stark übersteuertes Multiplex-Signal bei zu großem Hub

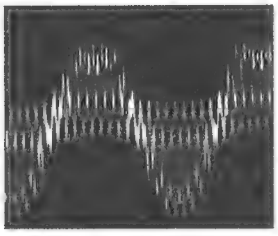


Bild 24. Schwach übersteuertes Multiplex-Signal, das außerdem infolge leichter Oszillatorverstimmung unsymmetrisch (obere Amplitude) verzerrt erscheint

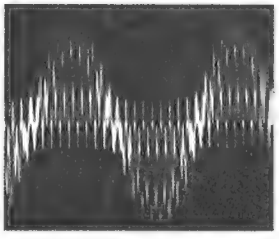


Bild 25. Einwandfreies Multiplex-Signal bei maximal „verträglichem" Hub ◀

Bild 23. Durch allmähliches Zurückregeln des Hubes vermindert man die Verzerrungen. Im allgemeinen bleibt die Stauchung auf der einen Seite länger erhalten; im Bild 24 ist nur noch die obere Amplitude verzerrt. Vor dem weiteren Zurückregeln des Hubes muß nun zunächst die Abstimmung des Gerätes korrigiert werden, bis wieder eine symmetrische Kurve entsteht. Bild 25 zeigt schließlich den Zustand des für Sender und Empfänger maximal „verträglichen" Hubes, den man nach Mitteln der Werte mehrerer neuzeitlicher Empfänger, deren Bandbreite nach Möglichkeit vorher kontrolliert werden sollte, als Vollpegel für den Service definieren kann.

Mit der Feststellung des Vollpegels ist allerdings keinesfalls gesagt, daß bei den jetzt folgenden Kontrollen ständig mit Vollpegel gearbeitet werden sollte. Für den Vollpegelversuch war eine Frequenz bis 1 kHz gewählt worden.

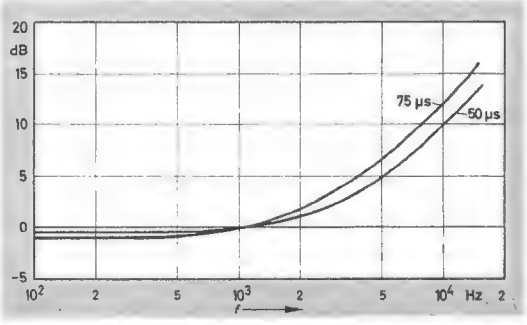


Bild 26. Amplitudencharakteristik bei einer Preemphasis von 50 µs und 75 µs

Die im Multiplex-Generator enthaltene Preemphasis hebt die höheren Frequenzen entsprechend der Amplitudencharakteristik nach Bild 26 an. Die Vorverzerrung der in der Bundesrepublik arbeitenden Sender entspricht dem Frequenzgang eines *RC*-Gliedes mit 50 µs. Die hier und da aus Amerika importierten (nicht die serienmäßig in Deutschland vertriebenen!) Multiplex-Generatoren arbeiten teilweise mit der 75-µs-Entzerrung. Der 50-µs-Kurve kann man entnehmen, daß die Frequenz 15 kHz gegenüber 1 kHz um nicht weniger als 14 dB angehoben wird.

Bei der wechselweisen Modulation mit 1 kHz und mit höheren Frequenzen muß man daher berücksichtigen, daß sich die Vollaussteuerung auf den Pegel für 15 kHz beziehen muß, wenn Übersteuerungen vermieden werden sollen. Die Amplitude für 1 kHz verringert sich daher um 14 dB, das heißt auf ein Fünftel des als „Vollpegel" ermittelten Wertes. Oszillogramme wie im Bild 27 enthalten also keinesfalls einen zu hohen Pilotanteil für

eine NF von 1 kHz, sondern lassen erkennen, daß die niederfrequente Aussteuerung nicht mit vollem Hub erfolgte.

Je nachdem, ob Messungen mit höheren Frequenzen durchgeführt werden sollen oder nicht, muß man auch bei Service-Arbeiten den Hub für die NF so weit verringern, daß keine zusätzlichen Verzerrungen entstehen können. Die bereits bei Vollpegel vorhandenen oszillografisch nicht mehr wahrnehmbaren Verzerrungen mit einem Klirrfaktor zwischen 1 und 5 % beeinträchtigen schon geringfügig die Übersprechdämpfung, so daß auch aus diesem Grunde besser mit verringertem NF-Hub von 10 ... 20 kHz (ohne Pilotsignal) gearbeitet wird.

Weitere wichtige Einstellmöglichkeiten an Stereo-Multiplex-Generatoren sind ein meistens als Schlitzpotentiometer ausgeführter Regler für die richtige Phasenlage zwischen dem 19-kHz-Pilotsignal und dem 38-kHz-Hilfsträger sowie ein entsprechender Regler für das Verhältnis des Summensignals zum Differenzsignal.

Die Phasenkorrektur hängt sehr von der verwendeten Schaltung ab, so daß in diesem Punkte sicherheitshalber die bei fast allen Geräten ausführlich gestaltete Bedienungsanweisung des jeweiligen Gerätes zu Rate gezogen werden muß. Den praktischen Erfahrungen nach soll der Zeitabstand zwischen einer und der nächsten Kontrolle nicht zu groß sein. Zweckmäßig ist eine Überprüfung im Monat.

Noch häufiger sollte man die Oszillografen-Anschlußschnur in die Multiplex-Ausgangsbuchsen stecken, um sich von dem genauen Verhältnis des Summensignals zum Differenzsignal zu überzeugen. Das Verbindungskabel zum Sender belasse man aber während der Messung in der Ausgangsbuchse, damit der Multiplex-Generator mit der im praktischen Betrieb auftretenden kapazitiven Belastung abgeschlossen ist. Bild 28 zeigt als Beweis ein Oszillogramm mit scheinbar falsch eingestelltem Verhältnis Summensignal : Differenzsignal, das durch einen versehentlich auf 1 : 1 statt 10 : 1 geschalteten Tastkopf entstand. Bild 29 enthält das fehlerlose Oszillogramm nach dem Umschalten des Tastkopfes.

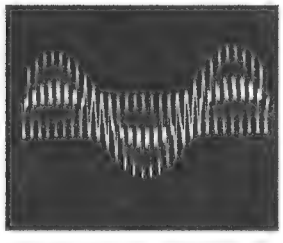


Bild 27. Bei dem während der Messungen zweckmäßigerweise verringerten Hub für die NF bleibt der Pilotanteil jedoch unverändert 10% (das heißt 7,5 kHz) des Maximalhubes 75 kHz

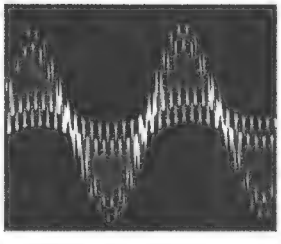


Bild 28. Meßfehler am Ausgang des Multiplex-Generators, entstanden durch falsche Tastkopfeinstellung (ohne Abschwächer)

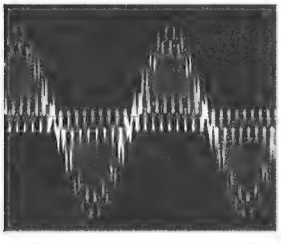


Bild 29. Oszillogramm wie im Bild 27, jedoch ohne Fehler nach dem Einschalten des Tastkopfabschwächers 10:1 ◀

Eine Korrektur muß man in jedem Falle aber am Multiplex-Generatorausgang und nicht etwa am Decoder-Eingang kontrollieren. Dort treten die vor allem durch den ZF-Phasengang verursachten Fehler auf, die man bei genauem Hinsehen schon im Bild 22 erkennen kann und die selbstverständlich nicht durch Nachjustieren des Multiplex-Generators „vorkompensiert" werden dürfen.

So umfangreich die Vorbereitungen beim Einstellen eines Multiplex-Generators auch scheinen mögen, nach einigen Versuchen ist die Bedienung so vertraut geworden, daß die für das gründliche Kennenlernen aufgewendete Zeit schnell vergessen und der Umgang mit dem Multiplex-Generator so selbstverständlich wie mit dem Fernseh-Bildmustergenerator ist.

Im Vergleich zu den immer unter Zeitdruck stehenden Arbeiten während der Rundfunk-Testsendungen erlaubt der Multiplex-Generator ein gründlicheres Prüfen und Messen, wie es auch die späteren Abschnitte über Meßarbeiten noch bestätigen werden. (Fortsetzung folgt)

VARTA
DEAC
stellt vor:

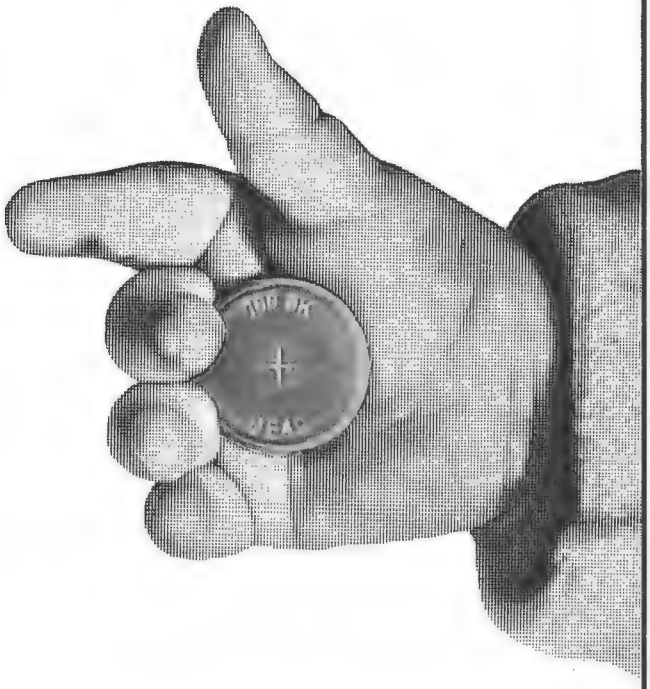
100 DK

Abmessungen: 25 mm ⌀
6,1 mm hoch
Gewicht: 9 g,
Nennspannung: 1,2 V
Nennkapazität: 100 mAh,
10-stündig

Planen Sie den Bau von schnurlosen Elektrogeräten?

Dieser wiederaufladbare, gasdichte Nickel-Cadmium-Akkumulator hat einige besondere Vorteile: günstiges Leistungsgewicht, günstiges Leistungsvolumen und große Leistungsfähigkeit.
Bisher wurde er vorwiegend als Stromquelle für Meßgeräte, Taschenlampen, Spielzeugmodelle und Uhren verwendet. Aber vielleicht ist gerade die Zelle 100 DK für Ihr schnurloses Elektrogerät besonders geeignet. Ist Ihnen diese Zelle zu groß, können Sie auch noch kleinere VARTA DEAC Knopfzellen bekommen.
VARTA DEAC baut serienmäßig Stahlakkumulatoren in den Kapazitäten von 0,02 Ah bis 1000 Ah.
Nutzen Sie bei Ihren Überlegungen die Erfahrungen der VARTA DEAC. Unser Berater steht Ihnen zu einem Gespräch gern zur Verfügung.

VARTA DEUTSCHE EDISON-AKKUMULATOREN-COMPANY GMBH
6 FRANKFURT/M. NEUE MAINZER STRASSE 54



VD 6/64

immer wieder VARTA wählen

An der Spitze eines USA-Tests***

Für Mono und Stereo kein Kabelwechsel**

Verbesserte Zugentlastung*

Keine freiliegenden stromführenden Teile

K 50- Dyn Kopfhörer * * *

Der Anschluß erfolgt zweckmäßig an dem niederohmigen zweiten Lautsprecherausgang von Rundfunk-, Fernseh- oder Tonbandgeräten sowie Phonoverstärkern

AKUSTISCHE- u. KINO-GERÄTE GMBH
8 MÜNCHEN 15 · SONNENSTR. 16 · TEL. 555545 · TELEX 0523626

Von Sendern und Frequenzen

▶ Der im Bau befindliche Antennenmast des Hessischen Rundfunks auf dem Meißner hat seine endgültige Höhe von 220 m erreicht. Zur Zeit werden elektrische Installationen vorgenommen. Der Mast wird Antennen für drei Hörfunk- und drei Fernsehprogramme aufnehmen und dient unter anderem der Verbesserung des Fernsehempfangs in den Randgebieten des Versorgungsbereichs. Noch in diesem Jahr soll von dem neuen Mast das Programm des Deutschen Fernsehens gesendet werden. Die Antennen für die drei Hörfunkprogramme folgen im kommenden Jahr.

▶ Die Aufbauarbeiten für den neuen Radio Bremen-Fernseh-Grundnetzsender in Bremen, Im Leher Feld, auf Kanal 22, wurden abgeschlossen. Der Sender arbeitet mit 100 kW Rundstrahlungsleistung an einer Antenne in 208 m Höhe und strahlt täglich ab etwa 13.00 Uhr regelmäßig das Testbild und anschließend das 1. Fernsehprogramm bis Sendeschluß aus (sonntags während der gesamten Tageszeit). Das Vormittagsprogramm kann über den derzeitigen FS-Umsetzer wie bisher und auf demselben Kanal 22 vom selben Senderstandort empfangen werden, jedoch nur mit der derzeitigen Richtstrahlungsleistung von 50 kW an einer Antenne in 75 m Höhe.

Der Fernsehsender (Umsetzer) Bremerhaven, Kanal 5, wird Ende Oktober über Ballempfang an den neuen Grundnetzsender Bremen angeschlossen. Beide Sender sind dann für die Ausstrahlung des 1. Fernsehprogramms zu einer selbständigen Radio Bremen-Sendergruppe zusammengeschlossen.

▶ Seit dem 1.10.1964 strahlen die Fernsehumsetzer Erlau (Kanal 5, 10 W Strahlungsleistung) und Obernzell (Kanal 9, 6 W Strahlungsleistung) des Bayerischen Rundfunks das Programm des Deutschen Fernsehens (I. Programm) und die Regionalsendungen des Bayerischen Rundfunks aus. Beide Umsetzeranlagen stehen östlich Passau; die Station Erlau in der Nähe der deutsch-österreichischen Grenze, die Station Obernzell jenseits der Grenze auf dem Gebiet der österreichischen Gemeinde Esternberg. Es handelt sich zunächst um einen Versuchsbetrieb, so daß mit gelegentlichen Abschaltungen noch gerechnet werden muß.

▶ Ab 1.10.1964 wurde die Strahlungsleistung des Ultrakurzwellensenders Meißner, Kanal 40, der das 3. Hörfunkprogramm des Hessischen Rundfunks ausstrahlt, von 10 kW auf 50 kW erhöht. Damit verbessern sich die Empfangsmöglichkeiten für dieses Programm in Nordhessen erheblich.

▶ Im Berliner Raum werden außer den Stereo-Sendungen des SFB (s. S. 763) auch im UKW-Programm der Berliner Welle auf 99,7 MHz Stereo-Versuchssendungen nach dem Pilottonverfahren ausgestrahlt, und zwar dienstags und donnerstags von 18.25 bis 18.55 Uhr sowie bis Ende November montags und mittwochs in der Zeit von 14.00 bis 15.00 Uhr.

▶ Am 21. September 1964 traten deutsche Vertreter in Washington einem Übereinkommen über vorläufige Regelungen für ein weltweites kommerzielles Satelliten-Fernmeldesystem bei. Das Übereinkommen sieht die Schaffung eines internationalen Ausschusses vor, dem die Entscheidung über alle wichtigen technischen und wirtschaftlichen Fragen des Satelliten-Fernmeldesystems obliegen. Zum Vertreter der Deutschen Bundespost in diesem Ausschuß, der am 29. September 1964 seine Arbeit in Washington, D.C., aufnahm, wurde Oberpostrat Dipl.-Ing. Ernst Dietrich vom FTZ, Darmstadt, ernannt.

Die Kosten für ein die ganze Erde umspannendes Grundsystem von Fernmeldesatelliten werden etwa 200 Mill. Dollar betragen.

Das Grundsystem soll bis Ende 1967 betriebsbereit sein. Als erster Schritt wird voraussichtlich im März 1965 ein Synchronsatellit „Early Bird" über dem Atlantik in seine Position gebracht werden. In seiner Wirkungsweise wird er dem für die Übertragung der Olympischen Spiele verwendeten „Syncom III" sehr ähnlich sein. Der „Early Bird" wird nach seinem Start zunächst technischen Versuchen und danach dem Fernmeldeverkehr zwischen Westeuropa und Nordamerika dienen. Es ist in erster Linie an die Übertragung von Ferngesprächen, Telegrammen und Fernschreiben gedacht. Für Fernsehübertragungen werden die Satelliten „Telstar II" und „Relay II" voraussichtlich noch einige Zeit zur Verfügung stehen.

Ein Transistor-Quarzoszillator für 8 MHz

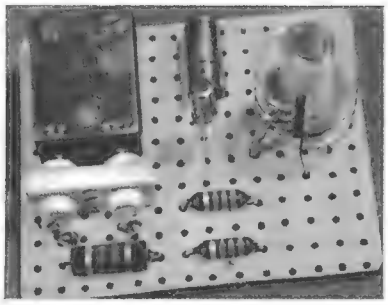


Bild 2. Ansicht des Eichgenerators

Der Quarzoszillator kann zum Eichen von Empfängern, Frequenzmessern, Steuerstufen usw. sowie zur Kontrolle der Frequenzstabilität dieser Geräte benutzt werden. Er liefert 8-MHz-Schwingungen und Oberwellen davon, so daß man Eichpunkte im Abstand von 8 MHz bis ungefähr 500 MHz erhält.

Schaltung

Bild 1 zeigt die Schaltung des Eichgenerators. Das Gerät arbeitet mit dem Transistor AF 134 in Emitterschaltung. Der Quarz *Q* wirkt als phasendrehendes Glied für die Rückkopplung und liegt zwischen Collector und Basis. Die Widerstände *R 1* (4,7 kOhm) und *R 2* (2,2 kOhm) sind als Spannungsteiler geschaltet, der die richtige Basisvorspannung erzeugt. *R 3* (2,2 kOhm) und *C 1* (22 nF) bilden das Emitteraggregat.

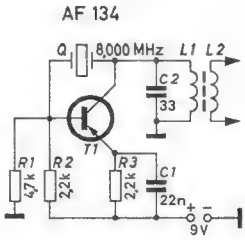


Bild 1. Schaltbild des Eichgenerators

Um Störschwingungen mit Nebenfrequenzen des Schwingquarzes zu vermeiden, liegt in der Collectorleitung der Schwingkreis *L 1, C 2*. Außerdem sichert er das Anschwingen bei schwer erregbaren Quarzen und vergrößert den Frequenzziehbereich. Über *L 2* wird die erzeugte Frequenz ausgekoppelt. Die Betriebsspannungsversorgung übernimmt eine 9-V-Batterie, da der Stromverbrauch sehr gering ist.

Aufbauhinweise

Der Quarzoszillator läßt sich bequem auf einem 70 mm × 60 mm großen Pertinaxbrettchen aufbauen (Bild 2). Im Abstand von jeweils 5 mm ist das Pertinax zu durchbohren (1 mm ⌀), so daß ein Lochchassis entsteht. Durch diese Bohrungen werden die Anschlüsse der Bauelemente geführt und auf der Rückseite in Art einer gedruckten Schaltung verdrahtet.

Die Einzelteileanordnung des Gerätes zeigt Bild 3. In der Mitte des Chassis ist der Transistor *T 1* (AF 134) angeordnet. An der linken Seite fanden die Quarzhalterung mit dem Quarz *Q* und der Widerstand *R 1* und an der rechten Seite die Spule (*L 1*: 36 Wdg. 0,6 mm CuL, *L 2*: 9 Wdg. 0,6 mm CuL) sowie der Kreiskondensator *C 2* Platz. Die Widerstände *R 2*, *R 3* und der Kondensator *C 1* sind unterhalb beziehungsweise oberhalb des Transistors montiert. *d.*

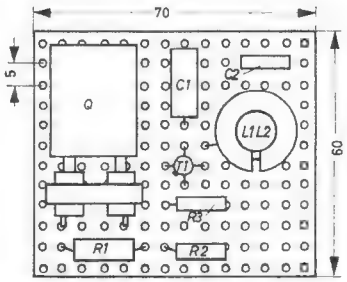


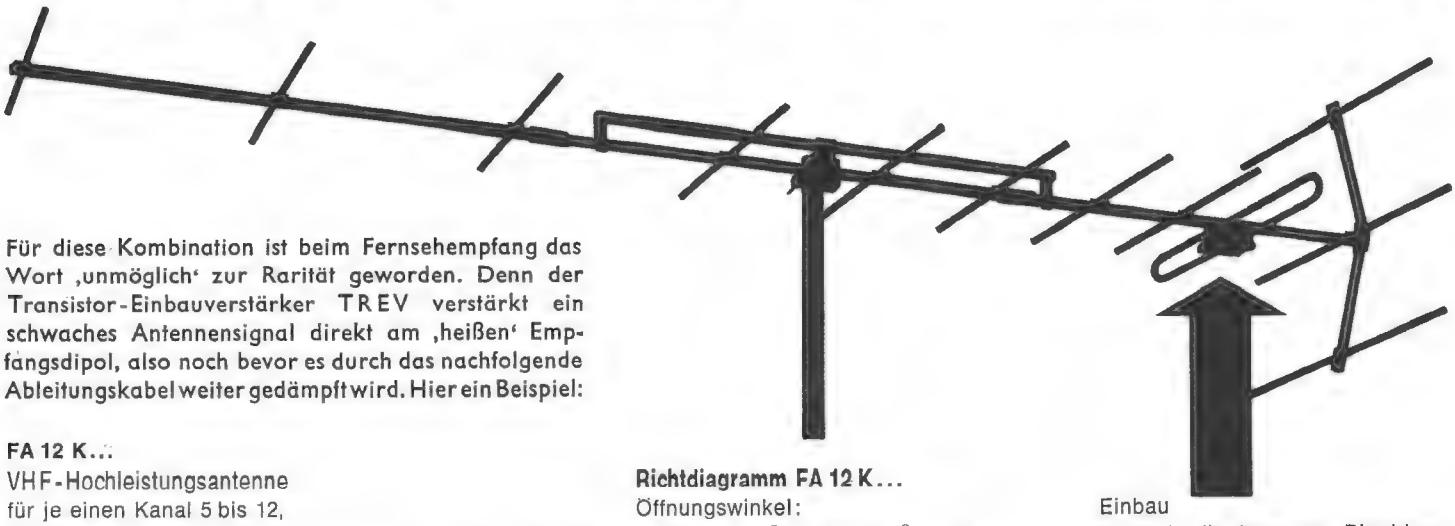
Bild 3. Einzelteileanordnung auf dem Chassis

Einzelteile

Quarz „FT 243", 8 MHz	(*Fern*)
Keramische Quarzhalterung	(*Fern*)
Widerstände	(*Dralowid*)
Rollkondensator	(*Wima*)
Keramischer Kondensator	(*RIG*)
Spulenkörper „B 8/33 × 1,25 — 16" mit Kammern und Kern	(*Vogt*)
Transistor AF 134	(*Telefunken*)

Bezug der angegebenen Bauteile nur über den Fachhandel

ELTRONIK-Hochleistungsantennen mit TREV



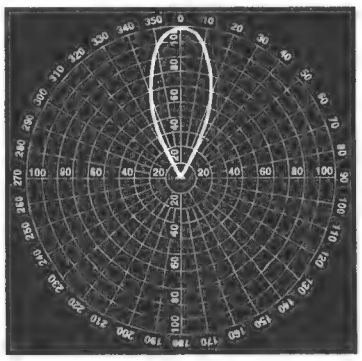
Für diese Kombination ist beim Fernsehempfang das Wort ‚unmöglich' zur Rarität geworden. Denn der Transistor-Einbauverstärker TREV verstärkt ein schwaches Antennensignal direkt am ‚heißen' Empfangsdipol, also noch bevor es durch das nachfolgende Ableitungskabel weiter gedämpft wird. Hier ein Beispiel:

FA 12 K...
VHF-Hochleistungsantenne
für je einen Kanal 5 bis 12,
Vor-Rückverhältnis: 30 dB — Gewinn: 12,5 dB

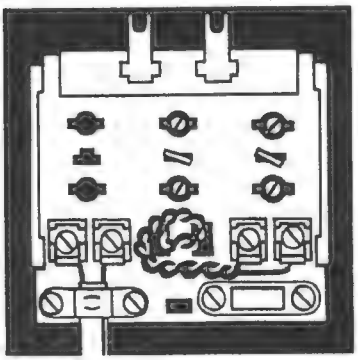
TREV 1/3
VHF-Transistor-Einbauverstärker
auf jeweils einen Kanal von
K 5 bis 12 abgestimmt, — Gewinn: 14 dB

Insgesamt: 26,5 dB

Richtdiagramm FA 12 K...
Öffnungswinkel:
horizontal 34°, vertikal 40°



Einbau
direkt in die Antennen-Dipoldose



ROBERT BOSCH ELEKTRONIK GMBH · BERLIN

NEUHEITEN!

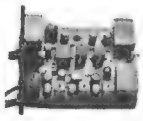
Funksprechgerät WALKIE-TALKIE nur für Amateurfunker. Frequ.: 28,5 MHz quarzstabilisiert. Sender: 1stufig, quarzgesteuert, Amplitudenmoduliert, Sendeleistg. ca. 40 mW Output. Empfänger: Pendler mit 2stufigem NF-Verstärker, dieser wird bei Senden als Modulator verwandt. Mit eingeb. Teleskop-Ant., Reichweite 0,5 bis 1 km. Betriebsbereit 1 St. **62,50** 1 Paar **125,—**

Elektronic-Kayer-Resco DA 1, volltransistorisierte, automatische Morsetaste, die nach dem Prinzip des Digital-Rechners arbeitet. Punkt-Strich-Verhältnis wird immer konstant gehalten. Zeitkonstante wird elektronisch bestimmt. Punkte und Striche werden bei vorzeitigem Absetzen der Taste auf die richtige Länge ergänzt. Technische Daten: 7 Trans., 5 Dioden, 2 Zenerdioden, Betr.-Spannung: 220 V ~, 6 V = 12 V =, eingebauter Wobbler. Betriebsarten: automatisch, halbautomatisch und Dauerton **229,50**

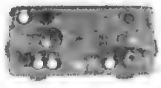
Transistor-Verstärker T 5/9 3 W bei 9 V, Transistoren OC 304/3, OC 304/2, 2× OC 318, Frequ.-Ber.: 80 Hz—20 kHz **29,—**

Sonderangebot — US-Surplus-Material

7-Rö.-Kurzwellen-Empfänger BC 728. Frequ.-Ber.: 2—6 MHz. In diesem Bereich können 4 Fest-Frequ. gewählt werden. Das Gerät ist für Autobetrieb vorgesehen u. besitzt eingeb. Zerhackerteil für 6 u. 12 V Stromversorgung. Der BC 728 zeichnet sich durch hohe Eing.-Empfindlichkeit und gute Trennschärfe aus. 7 Rö. der D-Serie, mit Rö. u. Zerhacker, guter Zustand **48,—** dito, reparaturbedürftig **39,50**



14-Rö.-KW-Sende-Empfänger BC 620 u. BC 659. Diese Geräte sind schon im Originalzustand für das 10-m-Band ausgelegt. Frequ. BC 659: 29—39 MHz, ZF: 4,3 MHz. Die Geräte sind für den Betrieb an Batt. vorgesehen, oder im Zusammenhang mit einem Autonetzteil für 6, 12, 24 V Bordnetz. Die Sendeleistung beträgt ca. 1,5 W HF. Rö. für Sender: 4× 3 D 6, 1× 3 B 7, Rö. für Empfänger: 4× 1 LN 5, 1 LC 6, 3 B 7, 1 LH 4, 1 R 4. Mit Röhren, guter Zustand, überprüft **69,50**, desgl. ungeprüft ohne Röhren **46,50**, Zerhackerteil dazu ohne Rö. u. Zerhacker **12,50**



Funksprechgerät BC 1000. Frequ.-Ber.: 40—48 Hz, Doppelsuper mit quarzgesteuertem Oszillator. Sender FM-moduliert, 300 mW HF-Leistung. Abstimmung, Sender, Empf., gleichlaufend, mit 5fach-Drehko. 18 Rö.: 1 R 5, 3× 1 S 5, 6× 1 T 4, 1 A 3, 5× 1 L 4, 2× 304, Umbau für 10- oder 2-m-Band möglich. Ohne Röhren, ohne Quarze, gebr. **39,50**, Röhrensatz und Quarze dazu **29,50**, Autostromversorg., 6/12/24 V, o. Zerhacker **12,50**

Tiefpaßfilter zur NF-Bandbegrenzung für SSB. Bandbreitenbegrenzung, Durchlaß-Frequ. 300 bis 3500 Hz, Abfall bei 5000 Hz > 50 dB, besonders geeignet für SSB-Amateure **24,50**

Modulationstrafo, 16 W. Prim.: 3000 Ω Gegentaktwicklung. Sec.: 2800 Ω, PA-Wicklung **14,50**

Collins-Modulations-Trafo. Prim.: 600 Ω, Gegentaktwicklung 20 W, für 2× 6 V 6, sec.: 6000 Ω, für PA-Rö. 8007 **19,50**

Vorschalttrenn-Trafo. 220 V, 50 Hz auf 150 V, 0,24 A (alle Trafos sind gekapselt) **8,50**

KW-4fach-Drehko. 4×100 pF, kom. Ausführung, Messing, stark versilbert **29,50**

Dezi-Sendekreis, mit C-Abstimmung, Messing, stark versilbert **12,50**

2-m-Sendekreis, mit C-Abstimmung, Frequ.-Ber. 75—180 MHz, mit Diode für Maximum-Anzeige 1 N 121 B, Messing, stark versilbert **19,50**

Diese Geräte werden in Deutschland zollfrei verschickt

Funkmobil-Antenne, mit Federfuß, für das 10- und 11-m-Band, Länge 2,60 m, mit verkr. Grundplatte u. Stahlfeder, Verstellmöglichkeit in allen Lagen **39,—**

Tuner-Gehäuse, mit eingeb. Dreifach-Drehko, eingeb. Spulen mit Trimmern, sonst ungeschaltet. Ideal f. 70-cm-Converter o. UHF-Verstärker **19,50**

Amerikanische Kleinmorsetaste, besonders geeignet für Mobilstation, 60×60×40 mm **4,95**

Kopfhörer mit Gummimuschel Imp. 4000 Ω, kom. Ausführung **12,50**

Versand per Nachnahme ab Lager. Bei Teilzahlung Berufs- und Altersangabe. Aufträge unter DM 25.— Aufschlag DM 2.—. Verlangen Sie KW-Geräte und Teilekatalog.

KLAUS CONRAD

8452 Hirschau / Bayern · Abt. FT 36 · Versand nur ab Hirschau

8400 Regensburg, Rote Hahnengasse 8 · **8500 Nürnberg,** Lorenzerstr. 26 · **8670 Hof/S.,** Lorenzstr. 30

MIRA — Bauteile — Bausätze für Transistorgeräte

Bitte Katalog T 13 verlangen. Fachgeschäfte Rabatt.

K. SAUERBECK, Mira-Geräte, Nürnberg, Beckschlagergasse 9

Elektro-Garantie-Schweißgerät PHÖNIX III

(Name ges. gesch.)

220 Volt Lichtstrom, unser Spitzenschlager

mit Auftauvorrichtung! Schaltbar von 40-125 Amp. für 1,5 bis 3,25 mm Elektroden, reine Kupferwicklung, komplett mit allen Anschlüssen und Kabeln, **zum Fabrikpreis DM 255,—** einschl. Verpackung und Versicherung. 6 Monate Garantie.

Unsere äußerste Kalkulation erlaubt nur Nachnahmeversand. Verkauf nur an Handel und Gewerbe.

Bei Bestellung bitte Bestimmungsbahnhof und Betrieb angeben.

ONYX-Elektrotechnik A. Rieger, Abt. CL

Maschinen u. Schweißtransformatoren

851 Fürth / Bayern, Herrnstraße 100 und Sonnenstraße 10 · Telefon: 0911 / 78335

Geschäftszeit von 8 bis 15 Uhr

SCHALLPLATTEN für den Hi-Fi-Freund

Prokofieff, Sinfonie Nr. 5 op. 100

Bostoner Symphonie-Orchester unter Erich Leinsdorf

Die 5. Sinfonie von Prokofieff wurde bei uns erst 1948 bekannt. Sie hatte am 13. Januar 1945 ihre Uraufführung in Moskau erlebt und erklang in Amerika zum ersten Male am 9. November 1945 unter Serge Koussevitzky. Im Gegensatz zur klassischen Sinfonie sind der erste und der dritte Satz hier langsam, der zweite und der vierte schnell. „Hymnus auf die Größe des menschlichen Geistes" hat der Komponist einmal sein Werk selbst genannt, und in der Tat lassen die epische Breite und das Pathos des ersten Satzes diese Bezeichnung wahrscheinlich werden, wenn man die musikalische Architektur des Klangbildes rein gefühlsmäßig aufnimmt. Ein Satz voller Scherz und brillanter Ironie ist das folgende Allegro marcato, dem das Adagio des dritten Satzes mit breiten kantablen Melodien, aber düsterer Melancholie — die auch vielen anderen russischen Werken eigen ist — gegenübersteht. Nach einigen besinnlichen Takten beginnt dann im Schlußsatz der wirbelnde Kehraus mit viel Schlagzeug und hart geblasenen, teilweise überblasenen Passagen der Holzbläser.

Die Dynagroove-Technik besticht auch bei dieser Platte wieder durch die saubere Wiedergabe der Höhen, insbesondere, wenn man diese Platte mit älteren Stereo-Aufnahmen dieser Sinfonie vergleicht. Ein Beweis mehr dafür, welche Bedeutung dem Problem der Abtastverzerrungen zukommt. Man höre sich beispielsweise an, wie ausgezeichnet hier die sordinierten Streicher klingen. Das Plattenrauschen ist praktisch Null, so daß man eine große Wiedergabedynamik erreichen kann. Auch die tiefsten Frequenzen sind rumpel- und verzerrungsfrei aufgezeichnet. Welche „Reserven" hier noch vorhanden sind, merkt man, wenn man versuchsweise die Höhen und Tiefen einmal weit über das für gute Wiedergabe zulässige Maß anhebt. So nimmt es auch nicht wunder, daß beispielsweise in der Coda des ersten Satzes oder im Adagio des dritten Satzes die tiefen Bässe und das tiefe Schlagzeug so trocken und frei von falschen Einschwingvorgängen erklingen, wie man es sich nur wünschen kann. Die Stereo-Aufnahmetechnik läßt keinen Wunsch offen. Sie projiziert gleichsam das große Orchester im Breitwand-Format in den Wiedergaberaum, ohne daß es an guter Mittenfüllung fehlt (ein typisches Beispiel ist der Beginn des zweiten Satzes). Ein Prüfstein für die Qualität der Wiedergabeanlage ist vor allem der letzte Satz mit seinen anspruchsvollen Klangkombinationen. Wenn dieser Satz das Ohr des anspruchsvollen Musikkenners befriedigt, dann hat die Wiedergabeanlage Hi-Fi-Qualität und ist in der Lage, alles das wiederzugeben, was die Dynagroove-Technik in den Stereorillen dieser Platte gespeichert hat.

RCA LSC-2707 (Stereo)

Wagner, "Siegfried - Idyll"; Waldweben aus „Siegfried"; Siegfrieds Rheinfahrt und Trauermarsch aus „Götterdämmerung"

Philharmonia Orchester unter Otto Klemperer

Anläßlich der ersten Wiederkehr des Hochzeitstages mit Cosima erklang am 25. Dezember 1870 zum ersten Male das „Siegfried-Idyll". Motive und Themen stammen aus dem 2. und 3. Akt des „Siegfried", erklingen hier aber wie das zarte Filigran einer innigen Kammermusik. Die drei anderen Titel dieser Platte sind demgegenüber keine in sich abgeschlossenen Kompositionen, sondern Ausschnitte aus zwei Werken der Tetralogie „Der Ring des Nibelungen". Sie ranken sich um die Gestalt Siegfrieds. Jung-Siegfried vor der Höhle Fafners dem Gesang der Waldvögel lauschend, Siegfried nach seinem Abschied von Brunhilde zu neuen Taten aufbrechend und der feierliche Zug mit dem von Hagen ermordeten Siegfried in die Halle der Gibichungen; das sind die drei musikalischen Episoden, die hier in der großartigen Interpretation durch Klemperer erklingen.

Der sparsame Umgang mit den Möglichkeiten der Stereo-Technik im „Siegfried-Idyll" mag als Beispiel dafür gelten, daß bei kleiner, sich mehr der Kammermusik nähernder Besetzung die große Basisbreite nicht immer das Ausschlaggebende ist. Im Gegenteil, man erreicht hier gerade die diesem Werk entsprechende intime Atmosphäre. Sehr gut gelungen ist auch das stimmungsvolle, manchmal an Tonmalerei grenzende Waldweben mit den überaus sauber aufgenommenen Holzbläsern. Bei den Szenen aus „Götterdämmerung" jedoch hätte die stärkere Betonung der Basisbreite wahrscheinlich eine noch eindrucksvollere Wirkung gehabt, insbesondere bei den dynamischen Steigerungen in den harten Schlägen der Blechbläser im Trauermarsch. Möglicherweise hat man hier mit Rücksicht auf die Kompatibilität etwas zuviel an Informationen aus dem einen Stereo-Kanal in den anderen gemischt. Hinsichtlich Frequenzumfang, Plattenrauschen und Rumpelfreiheit entspricht die Platte jedoch allen berechtigten Wünschen.

Columbia STC 91 281 (Stereo)

H. SCHWEIGERT

FM-Demodulatoren

Schluß von FUNK-TECHNIK Bd. 19 (1964) Nr. 20, S. 758

2.4.6. Abgleich

Damit die Schaltung richtig arbeitet, muß der Diskriminatorkreis absolut symmetrisch abgeglichen werden, sonst kommt es zu einer verzerrten Tonwiedergabe. Man verwendet ein Mikroamperemeter, das beim symmetrischen Schaltungsaufbau an die Punkte *a* und *b* beziehungsweise an den oberen Anschluß des Kondensators *C 6* im Bild 11 gelegt wird. Der Meßsender wird auf 10,7 MHz eingestellt und an das Gitter der Mischröhre angekoppelt. Danach stellt man den Diskriminatorkreis so ein, daß der Ausschlag des Instrumentes gerade Null wird. Dann sind bei unmoduliertem Sender die Teilspannungen am Schwingkreis genau gleich groß, und die Schaltung arbeitet einwandfrei.

Zum Abgleich des unsymmetrischen Ratiodetektors mit einem Mikroamperemeter muß ein künstlicher Mittelpunkt geschaffen werden. Dazu werden nach Bild 20 parallel zum Dioden-Außen-

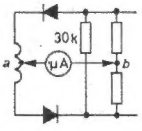


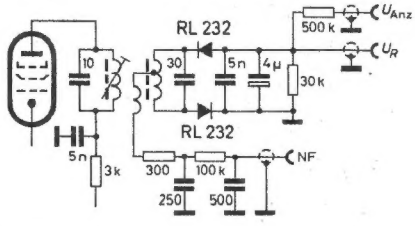
Bild 20. Herstellen eines künstlichen Mittelpunkts zum Abgleichen des unsymmetrischen Ratiodetektors mit dem Mikroamperemeter

widerstand zwei gleich große Widerstände gelegt, an deren Verbindungspunkt das Mikroamperemeter angeschlossen wird. Das Einstellen des Diskriminators geschieht in der gleichen Weise wie beim symmetrischen Ratiodetektor.

2.4.7. Allgemeines zum Ratiodetektor

Der größte Vorteil des Ratiodetektors ist, wie schon mehrfach erwähnt wurde, seine gute Begrenzungseigenschaft, die dieser Schaltung weitgehenden Eingang in die Praxis verschafft hat. Dadurch wird auch der schaltungstechnische Aufwand des Empfängers relativ gering, da man eine zusätzliche Begrenzerstufe einsparen kann. Einen gewissen Nachteil hat die Schaltung jedoch auch, denn durch die Dämpfung des Begrenzungskondensators wird die Resonanzkurve des Diskriminatorkreises etwas abgeflacht. Man kann die dadurch entstehende Empfindlichkeitsverminderung jedoch wieder ausgleichen, wenn der nachfolgende

Bild 21. Ratiodetektor im UKW-Vorsatzgerät „S/III" (*Saba*) ▶



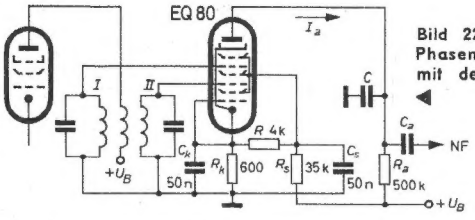


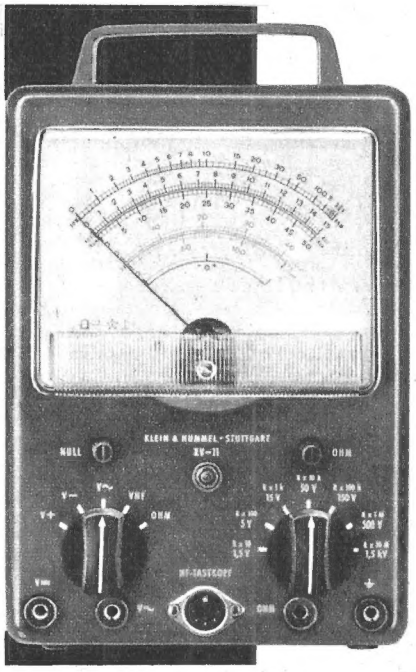
Bild 22. Schaltung des Phasenwinkeldetektors mit der Röhre EQ 80 ◀

Niederfrequenzverstärker eine genügende Verstärkungsreserve hat. Im Bild 21 ist als weiteres Schaltungsbeispiel der Ratiodetektor aus dem UKW-Vorsatzgerät „S/III" von *Saba* dargestellt.

2.5. Der Phasenwinkeldetektor

Eine weitere Schaltung zur Frequenz-Demodulation zeigt das Bild 22. Es handelt sich um den Phasenwinkeldetektor, dem heute allerdings keine allzu große Bedeutung mehr zukommt und der deshalb nur der Vollständigkeit wegen als Entwicklungsstufe der Technik erwähnt werden soll.

Der Phasenwinkeldetektor wurde vor etwa acht bis zehn Jahren im Tonteil einiger Fernsehempfänger verwendet. Bei dieser Schaltung wird der unter dem Einfluß der Frequenzmodulation sich ändernde Phasenwinkel zur Demodulation ausgenutzt. Man verwendet eine eigens dafür konstruierte Röhre mit neun Elek-



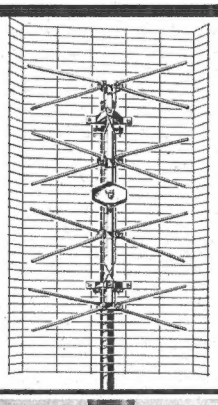
TELETEST RV-12
das präzise Röhrenvoltmeter

hohe zeitliche Konstanz
kein Nachregeln beim Bereichswechsel
Spezial-Meßwerk hoher Genauigkeit
Ausführliche Druckschrift anfordern!

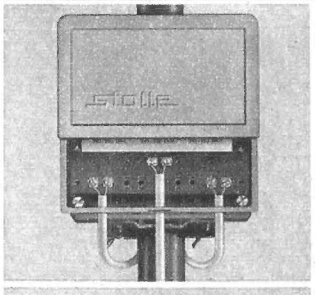
Komplett mit allen Prüfkabeln DM 269.-
HF-Tastkopf DM 18.-
30 kV Tastkopf DM 39.-

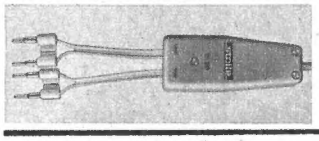
Gleichspannung
Wechselspannung
NF und HF
UKW bis 300 MHz
Ohm, Megohm und dB
7 Bereiche 1,5–1500 V
Effektiv- und Scheitelwerte

KLEIN + HUMMEL
STUTTGART 1 - POSTFACH 402



3 mal ein Gewinn fürs Fernsehen





Mit STOLLE FS-Flächenantennen und Antennen-Koppel und Trennfilter lösen Sie schnell alle Empfangsfragen die sich in Verbindung mit dem 3. FS-Programm für den Fachmann ergeben. Der mechanische Aufbau der Flächenantennen, die vollkommen vormontiert geliefert werden, erleichtert Ihnen die Arbeit und spart Montagezeiten.

STOLLE-VERKAUFSBÜROS:
DORTMUND, Ernst-Mehlich-Str. 1
HAMBURG-BRAMFELD, Ellernreihe 55-59
FRANKFURT, Uhlandstr. 46
STUTTGART, Lehenstr. 21
In Vorbereitung:
HANNOVER, MÜNCHEN
DÜSSELDORF, BERLIN

stolle

Karl Stolle Antennenfabrik
46 Dortmund, Ernst-Mehlich-Str. 1 Tel. 523032 Telex 0822413

troden, die Nonode oder auch Enneode genannt wird (Beispiel: EQ 80). Es handelt sich um eine sogenannte Doppelsteuer- oder Koinzidenz-Röhre. Die Steuergitter *g 3*, *g 5* sind mit den Schwingkreisen *I* und *II* (Bild 22) verbunden, an denen die frequenzmodulierte Spannung auftritt. Ein Anodenstrom kann immer nur dann fließen, wenn beide Steuergitter gleichzeitig positiv sind.

Infolge der Phasenverschiebung zwischen den beiden Spannungen an den Kreisen *I* und *II*, die sich unter dem Einfluß der Frequenzmodulation stetig ändert, entstehen verschieden lange Öffnungszeiten der Röhre, in denen Anodenstrom fließen kann. Da diese Zeiten im Takt der Frequenzmodulation länger oder kürzer werden, ändert sich der mittlere Anodenstrom ebenfalls im Takt der Modulation, und man kann am Außenwiderstand R_a die demodulierte Spannung (Niederfrequenz) abnehmen.

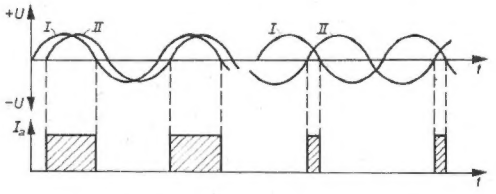


Bild 23. Der Anodenstrom in Abhängigkeit vom Phasenwinkel zwischen den Schwingkreisspannungen *I* und *II*

Diese Vorgänge sind im Bild 23 grafisch aufgetragen. Die schraffierten Rechtecke stellen die Stromflußzeiten dar, die bei kleinem Phasenwinkel länger, bei großer Phasenverschiebung dagegen kürzer werden. Wichtig ist, daß die Rechtecke immer dieselbe Höhe haben; es darf sich also nur die Dauer des Stromflusses ändern. Das erreicht man durch die drei Schirmgitter der Röhre, die die einzelnen Elektroden voneinander abschirmen und an die eine sehr niedrige und konstante Spannung von etwa 20 V gelegt wird. Durch diese Maßnahme kann der Anodenstrom einen bestimmten Wert nicht überschreiten, was einer guten Begrenzung gleichkommt.

Die Widerstände R, R_k und R_s dienen zur Arbeitspunkteinstellung; die drei Schirmgitter sind über den Kondensator C_s hochfrequenzmäßig mit Masse verbunden, während das erste Steuergitter auf Katodenpotential liegt. Der Phasenwinkeldetektor benötigt eine große Steuerwechselspannung (etwa 8 V), damit der Doppelsteuereffekt einsetzt.

2.6. Sonderschaltungen

Im Laufe der Zeit wurden zahlreiche Sonderschaltungen zur Frequenz-Demodulation entwickelt. Zu ihnen zählt auch der mitgezogene Oszillator. Bei ihm wird der sogenannte Mitzieheffekt von Oszillatoren zur Demodulation ausgenutzt. Der Oszillator arbeitet auf der mittleren Frequenz einer frequenzmodulierten Schwingung und wird von den Frequenzänderungen in seiner Eigenfrequenz gewissermaßen „mitgezogen". Bei der Oszillatorröhre treten dabei entsprechende Gitterstromänderungen auf, die bereits die Niederfrequenz darstellen. Die Schaltung hat jedoch in Deutschland wenig Bedeutung erlangt.

Weiterhin läßt sich der Skineffekt zur Frequenz-Demodulation ausnutzen. Dazu wird ein Spannungsteiler aus einem Drahtwiderstand mit großer magnetischer Permeabilität und einem wesentlich größeren, rein ohmschen Widerstand gebildet. Durch den Skineffekt ändert sich im Rhythmus der Frequenzmodulation der Wert des Drahtwiderstandes, was eine entsprechend große Spannungsänderung am ohmschen Widerstand zur Folge hat. Infolgedessen entsteht an diesem Widerstand eine zusätzliche Amplitudenmodulation, die in üblicher Weise einem AM-Demodulator zugeführt wird. Die FM-Spannung muß jedoch recht groß sein, wenn die Schaltung richtig arbeiten soll.

Schaltungen
Fernsehen, Rundfunk, Tonband
Eilversand
Ingenieur Heinz Lange
1 Berlin 10, Otto-Suhr-Allee 59

ABSOLUTE JAPAN-NEUHEIT · DIREKTER IMPORT
Vollautomatische Bleistiftspitzmaschine mit Batterieantrieb
Einzigartig in der Leistung.
Bei täglichem Gebrauch reicht ein Batteriesatz ca. ein Jahr, keinerlei Wartung.
Mustersendung von 6 Maschinen . . . . . je DM **14,50** durch Nachnahmeversand, unfrei.
Jede Maschine wird mit drei Ersatzmessern geliefert.
Wichtig: Auch große Stückzahlen sind prompt ab Lager Ffm. lieferbar.
CLAUS BRAUN, 6 Frankfurt a. M. 1, Beethovenstraße 40, Abtlg. V
Telefon 70 10 05 — Japan- und Hongkong-Direkt-Importe

Funkstation und Amateurlizenz
Lizenzreife Ausbildung und Bau einer kompl. Funkstation im Rahmen eines anerk. Fernlehrgangs. Keine Vorkenntnisse erforderlich. Freiprospekt E 35 durch
Institut für Fernunterricht · Bremen 17

Stellenanzeigen

Bekannte AG der Elektrofeinmechanik mit Großserienfertigung — Sitz in Südwestdeutschland — sucht für Lautsprecherfertigung einen

Meister

als Bandleiter.
Die ausbaufähige Position verlangt einen auf diesem Gebiet erfahrenen Industriemeister und wird ihrer Verantwortung entsprechend gut dotiert.
Hilfe bei der Wohnungsbeschaffung wird geboten.

■

Kurzbewerbung bitte handgeschrieben mit Lebenslauf und Bild erbeten unter **F. C. 8445**

Für die Entwicklung von Hochfrequenz- und Ultraschall-Geräten suchen wir umgehend einen befähigten

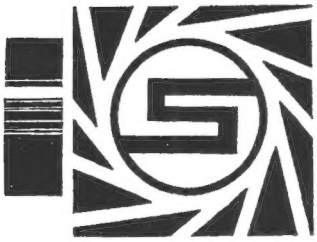
INGENIEUR (TH oder HTL)

mit gut fundierten theoretischen und praktischen Kenntnissen der Hochfrequenztechnik.

Wir bieten ausbaufähige Dauerstellung, angenehme Arbeitsbedingungen, 5-Tage-Woche und Altersversorgung. Wohnung kann gestellt werden.

Bewerber, die den gestellten Anforderungen gewachsen sind, bitten wir, ihre Unterlagen (Lebenslauf, Zeugnisabschriften, Foto) mit Angabe des frühesten Eintrittstermins, der Wohnungswünsche und Gehaltsansprüche zu richten an:

KÖRTING RADIO WERKE GMBH
8211 GRASSAU/CHIEMGAU



HF-Schaumstoffleitung 240 Ohm

Wo es um Qualitäts-Hochfrequenzleitungen geht . . .

Stolle

4600 Dortmund · Ernst-Mehlich-Str. 1 · Kabelfabrik

PHILIPS

Wir suchen je einen

Fernseh-Meister

sowie

Fernseh-Techniker

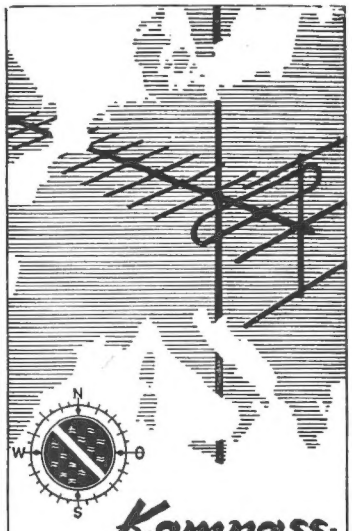
für Wartungen und Reparaturen an Fernseh-Großanlagen einschließlich Groß-Projektion und Farbtechnik in den Städten **Hamburg, Hannover, Essen, Stuttgart, München.**

Eine gründliche Einweisung in die Farbfernseh-Technik ist vorgesehen.

Bewerber, die eine technisch interessante Tätigkeit bei uns ausüben wollen, richten ihre Unterlagen an

PHILIPS

DEUTSCHE PHILIPS GMBH
Personal-Abteilung
2 HAMBURG 1, MÖNCKEBERGSTR. 7
Postfach 1093



Kompass-

FS- u. UKW-Antennen Abstandisolatoren Zubehör

Hunderttausendfach bewährt von der Nordsee bis zum Mittelmeer. Neues umfangreiches Programm. Neuer Katalog 6430 wird dem Fachhandel gern zugestellt.

Kompass-Antennen
3500 Kassel
Erzbergerstraße 55/57

Kaufgesuche

Radioröhren, Spezialröhren, Widerstände, Kondensatoren, Transistoren, Dioden und **Relais,** kleine und große Posten gegen Kassa zu kaufen gesucht. **Neumüller & Co. GmbH,** München 13, Schraudolphstr. 2, T

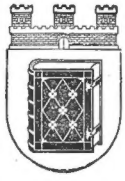
Röhren und Transistoren aller Art, kleine und große Posten gegen Kasse. **Röhren-Müller,** Kelkheim/Ts., Parkstr. 20

Labor-Meßinstrumente aller Art. Charlottenburger Motoren. Berlin W 35

HANS HERMANN FROMM bittet um Angebot kleiner und großer Sonderposten in Empfangs-, Sende- und Spezialröhren aller Art. Berlin 31, Fehrbelliner Platz 3, Telefon: 87 33 95 / 96, Telex: 1—84509

Unterricht

Theoretische Fachkenntnisse in Radio- und Fernsehtechnik durch Christiani-Fernkurse Radiotechnik und Automation. Je 25 Lehrbriefe mit Aufgabenkorrektur und Abschlußzeugnis. 800 Seiten DIN A 4, 2300 Bilder, 350 Formeln und Tabellen. Studienmappe 8 Tage zur Probe mit Rückgaberecht. (Gewünschten Lehrgang bitte angeben.) Technisches Lehrinstitut Dr.-Ing. Christiani, Konstanz, Postf. 1957



Die Sternwarte der Stadt Bochum

— Institut für Satelliten- und Weltraumforschung — errichtet mit Hilfe des Bundesministers für wissenschaftliche Forschung und in Zusammenarbeit mit dem Institut für Geophysik und Meteorologie der Universität zu Köln eine 20-m-Parabol-Antenne für die extraterrestrische Forschung. Aufgeschlossenen Wissenschaftlern wird die Möglichkeit gegeben, sich mit diesem interessanten neuen Forschungsbereich vertraut zu machen, Entwicklungsarbeit zu leisten und eigene Erfahrungen zu sammeln. Die Arbeitsgebiete reichen von der Hochfrequenztechnik über die Antennensteuerung bis zur Datengewinnung und Datenverarbeitung.

Sollten Sie als

Diplom-Ingenieur oder **Diplom-Physiker** bzw. **Mathematiker**

an dieser Tätigkeit interessiert sein, dann richten Sie Ihre Bewerbung mit den erforderlichen Unterlagen oder Ihre Anfrage an den

Oberstadtdirektor — Personalamt — 4630 Bochum
Postschließfach 2269/2270

— Stichwort: "Sternwarte" — unter Angabe des frühesten Eintrittstermins. Die Sternwarte ist zu weiteren Auskünften gern bereit. Vergütung nach dem BAT.

RÖHREN-Blitzversand

Fernseh - Radio - Tonband - Elektro - Geräte - Teile

DY 86	2.70	EF 80	2.65	EY 86	3.10	PCF 82	3.50	PL 36	4.90
EAA 91	2.00	EF 86	2.85	PC 86	4.95	PCF 86	5.30	PL 81	4.20
EABC 80	2.35	EF 89	2.50	PC 88	4.95	PCL 81	3.55	PL 500	5.95
ECC 85	2.70	EL 34	6.90	PCC 88	4.95	PCL 82	3.90	PY 81	2.90
ECH 81	2.50	EL 41	2.95	PCC 189	4.95	PCL 85	4.95	PY 83	2.70
ECH 84	3.50	EL 84	2.60	PCF 80	3.50	PCL 86	4.95	PY 88	3.85

F. Heinze, 863 Coburg, Großhdlg., Fach 507 / Nachnahmeversand

Verkäufe

Leica III f-Gehäuse sowie Summitar 1 : 2 T, Elmar 3,5/50 (beide Gew.) z. verk.; Fotozeitschriften u. -Bücher ges. Angeb. erbeten unter *F.B. 8444.*

Preisgünstig!

2N1613, Si-Planar, npn, TO-5
1—99 St. DM 5,90/ab 100 St. DM 4,60
2N2713, Si-Planar-Epitaxial
1—99 St. DM 4,40/ab 100 St. DM 3,40
Photomultiplier 931 A — DM 24,50

Bitte technische Unterlagen anfordern!

SELL & STEMMLER
Abteilung Industrie-Elektronik
1 Berlin 41, Ermanstr. 5, Tel. 722403

VERLAG FÜR RADIO - FOTO - KINOTECHNIK GMBH, Berlin-Borsigwalde. Postanschrift: 1 Berlin 52, Eichborndamm 141—167. Tel.: Sammel-Nr. (03 11) 49 23 31. Telegrammanschrift: Funktechnik Berlin. Fernschreib-Anschluß: 01 81 632 fachverlage bln. Chefredakteur: Wilhelm Roth, Stellvertreter: Albert Jänicke, Techn. Redakteur: Ulrich Radke, sämtlich Berlin. Chefkorrespondent: Werner W. Diefenbach, Berlin u. Kempten/Allgäu. Anzeigendirektion: Walter Bartsch, Anzeigenleitung: Marianne Weidemann, beide Berlin. Chefgraphiker: B. W. Beerwirth, Berlin. Postscheckkonto: FUNK-TECHNIK PschA Berlin West Nr. 2493. Bestellungen beim Verlag, bei der Post und beim Buch- und Zeitschriftenhandel. Die FUNK-TECHNIK erscheint monatlich zweimal. Abonnementspreis bei Postbezug im Inland monatlich 3,55 DM einschließlich Postgebühren, im Ausland 3,70 DM zuzüglich Porto. Einzelheft im In- und Ausland 1,90 DM zuzüglich Porto. Die FUNK-TECHNIK darf nicht in Lesezirkel aufgenommen werden. Nachdruck — auch in fremden Sprachen — und Vervielfältigungen (Fotokopie, Mikrokopie, Mikrofilm usw.) von Beiträgen oder einzelnen Teilen daraus sind nicht gestattet. — Satz: Druckhaus Tempelhof; Druck: Elsnerdruck, Berlin

Ein neuer Verkaufserfolg

Fernseh-Tischgerät TOKIO

Mit der neuesten Großbildröhre der Welt von

Kuba

IMPERIAL

3109 Nagel, Wilh.
Vorholzstr. 25a

PF. 1214

B